

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

**“CULTURAS INTERCALARES E AGRICULTURA FAMILIAR EM ANGOLA.
CASO: MANDIOCA/CAJANUS; MANDIOCA/LEUCAENA”**

Tese apresentada neste Instituto para obtenção do grau de doutor

em Engenharia Agronómica

Pascoal António Muondo

Orientador: Doutor Catedrático Raul Xisto Bruno de Sousa

Co-Orientador: Doutor Associado Augusto Manuel Gomes Correia

Presidente – Reitor da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais – Doutor Raul Filipe Xisto Bruno de Sousa,
Professor catedrático aposentado
Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Maria Ermelinda Vaz Lourenço,
Professora catedrática
Universidade de Évora;

Doutor Pedro Jorge Cravo Aguiar Pinto,
Professor catedrático
Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor José Pedro Domingos,
Professor associado
Universidade Agostinho Neto, Angola;

Doutor Augusto Manuel Nogueira Gomes Correia,
Professor associado
Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

LISBOA

2013

À memória dos meus queridos pais e irmão de quem tenho tantas saudades.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho não teria sido possível sem a ajuda, empenho, abnegação e entusiasmo de muitas pessoas. Embora correndo o risco de omissão, quero deixar aqui expressos os meus agradecimentos:

- Ao Senhor Professor Catedrático Raul Filipe Xisto Bruno de Sousa do Instituto Superior de Agronomia, pela orientação sábia deste trabalho, mas também pela completa disponibilidade, entusiasmo, amizade, minimização de risco, exigência e rigor científico colocados ao longo de todas etapas do trabalho.
- Ao Senhor Professor Associado Augusto Manuel Nogueira Correia do Instituto Superior de Agronomia pela co-orientação deste trabalho, mas também pelo incentivo e amizade sempre demonstrada.
- À Senhora Professora Catedrática Maria Manuela Costa Neves Figueiredo do Instituto Superior de Agronomia pela disponibilidade que, mesmo nos momentos mais difíceis da vida, sempre disponibilizou parte do seu escasso tempo para discussão dos aspectos de estatística, assim como pelo encorajamento e amizade.
- Ao Senhor Eng^o Gilberto Buta Lutucuta por ter apoiado o Projecto de Doutoramento enquanto Ministro da Agricultura e do Desenvolvimento Rural.
- À Coordenação do Projecto pela parte angolana, na pessoa do Senhor Doutor João Ferreira Neto, que tanto fez para que algumas visitas de acompanhamento dos trabalhos pelos Orientadores se coroassem em êxito. Estendo este agradecimento ao Senhor Prata Júnior, Secretário-Geral da Ao Ministério da Agricultura Desenvolvimento Rural e Pescas na pessoa do Eng^o. Afonso Pedro Canga, pelo apoio e financiamento de parte das actividades de Doutoramento.
- Ao Instituto Nacional de Bolsas de Estudo (INABE) de Angola, pela bolsa concedida.
- Ao Instituto Superior da Agronomia e em particular ao CENTROP nas pessoas do Professor Catedrático Pedro Manuel Leão Rodrigues de Sousa, e Professores Associados Carlos Manuel de Almeida Cabral e Raul da Fonseca Fernandes Jorge, pela coordenação do projecto de Doutoramento e todo o apoio recebido.
- Ao IPAD pelo financiamento do Projecto.
- À Direcção do Instituto de Investigação Agronómica por nos autorizar realizar os trabalhos de preparação do doutoramento sem prejuízos financeiros e pelo apoio prestado.

- Agricultura e aos funcionários das Relações Públicas, que sempre deram celeridade ao expediente.
- Ao Senhor Professor Associado Francisco Manuel Souto Gonçalves de Abreu e família pelo apoio e amizade.
- Aos Professores Catedráticos Fernando Silva de Oliveira Baptista e Ernesto José de Melo Pestana de Vasconcelos, pelo apoio e encorajamento.
- Ao Engenheiro José Cardoso Soveral Dias, pelo apoio e encorajamento.
- Memória ao Professor Catedrático Emérito, Ilídio do Rosário dos Santos Moreira pelos feitos para que o Projecto de Doutoramento fosse uma realidade.
- A Senhora D. Ana Cristina Aleluia Félix, também “madrinha”, pela disponibilidade sem precedentes, afecto e amizade demonstrada desde o mestrado.
- A todos funcionários do Laboratório da Área Disciplinar de Química do Departamento de Ciências de Engenharia e Biosistemas do Instituto Superior da Agronomia, que sem a prestimosa colaboração não seria possível a conclusão do trabalho.
- Ao Senhor Pastor Arcanjo e família por ter cedido uma parcela de terra para os ensaios de Cacuso e pela participação directa e interessada nos trabalhos de instalação e manutenção dos mesmos.
- Aos Senhores Ilídio Ex-Director, Mayato Director da EDA Cacuso e Abel Martins de Sousa da Fazenda Pungo a N’dongo pelo apoio prestado.
- Agradecimento especial àqueles que directamente comigo trabalharam sob o sol ardente de Mazozo e nas chuvas sem aviso, de Cacuso, DR. Simba David, Mestre Deolindo Silva, Engº Bernardino João Gomes, Sr. Manuel Gonçalves “Cota Gonçalito”, Sra. Maria Silvina, Srs. Sabino, Lourenço, Tomás, Cubiang e outros trabalhadores da Estação do Mazozo cujos nomes não me ocorreram).
- À minha família pela paciência, apoio e sacrifícios consentidos pelas ausências constantes e prolongadas, a estes atribuo o mérito do trabalho.
- Até aqueles que sempre nos “desencorajaram” os nossos agradecimentos porque contribuíram para o fortalecimento das nossas convicções.

RESUMO

O sistema de produção com culturas intercalares (culturas em faixas) com a incorporação de leguminosas na fase de floração, nas entrelinhas da cultura principal, constitui uma novidade para a agricultura angolana quando se trata de culturas alimentares do grupo das raízes e tubérculos onde se enquadra a mandioca ou mesmo no caso dos cereais. O nosso trabalho tem como objectivos: Contribuir para uma agricultura sustentável nas áreas de produção de mandioca em Angola, assim como, pela transferência de tecnologia, promover a melhoria dos sistemas de produção agrícola ao nível da agricultura familiar, que constitui a maioria das pequenas, médias empresas agrícolas e também, das grandes empresas a serem criadas. Recorrendo a tecnologias de baixo custo e ao alcance do agricultor, pretende-se melhorar a produtividade desta cultura e a qualidade do produto final, proporcionando desta forma melhores condições de vida, socioeconómicas e ambientais, praticando uma agricultura sustentável através da manutenção e melhoria de características físicas e químicas e da fertilidade do solo, recorrendo a um sistema de culturas intercalares, com a utilização de espécies leguminosas arbóreas e arbustivas, *Leucaena* e *Cajanus*, bastante divulgadas no país. A incorporação das duas leguminosas nas entrelinhas da mandioca, num total de duas por ciclo cultural de um ano da mandioca, promoveu maior disponibilidade dos macronutrientes do solo, aumento da produtividade, melhoria da qualidade das raízes tuberosas. Conduziu também a boa correlação entre a produção e os macronutrientes do solo, com excepção do fósforo.

Palavras-chave: Angola, mandioca, culturas intercalares, solo, adubo verde, produção, *Cajanus*, *Leucaena*, qualidade.

ABSTRACT

The term culture system with the incorporation of legumes at flowering between the lines of the main crop, is a novelty for Angolan agriculture when it comes to food crops in the group of roots and tubers which fits cassava and even in the case of cereals. Our work aims to: Contribute to sustainable agriculture in the areas of cassava production in Angola, as well as the transfer of technology to promote the improvement of agricultural production systems in terms of family farmers, who constitute the majority of small, medium farms and why not also in the creation of large companies, resorting to low-cost technologies and the scope of farmers, improve the productivity of this crop and the quality of final product, thereby providing better living conditions, socio-economic and environmental practice sustainable agriculture by maintaining and improving the physical characteristics and soil fertility, using the system of crops, with the use of leguminous trees and shrubs *Leucaena* and *Cajanus* fairly disclosed in the country. The incorporation of legumes in two lines of cassava by a total of two cultural cycle of cassava a year, promoted: greater availability of soil nutrients, increased production per unit area, improved quality of tuberous roots. It also led to good correlation between the production and macro soil nutrients other than phosphorus.

Keywords: cassava crop, merge, *Cajanus*, *leucaena* incorporation.

SIGLAS E ABREVIATURAS

SAF- Sistemas Agro-florestais

FAO- Fundo das Nações Unidas para Alimentação

SEAB- Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento

MIAA- Missão de Inquérito da Agricultura de Angola

IITA- Instituto Internacional da Agricultura Tropical

ERRNET – “Est African Root Crops Research Network”

SARRNET – “South African Root Crops Research Network”

PNIRT- Programa Nacional de Investigação de Raízes e Tubérculos

IPAD- Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento

IDA- Instituto de Desenvolvimento Agrário

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária

ONGs- Organizações Não Governamentais

ISTM- “Integrated Soil Fertility Management”

CIAT- Centro Internacional da Agricultura Tropical

SADC- Comunidade para o Desenvolvimento da Africa Austral

IIA- Instituto de Investigação Agronómica

CMD- Doença do Mosaico da mandioca

ACMV- Vírus Africano do Mosaico da Mandioca

EACMV- Vírus do Mosaico da Mandioca do Este da Africa

CMG- Genmivirus do Mosaico da Mandioca

ICMV- Vírus Indiano do Mosaico da Mandioca

SACMV -Vírus Sul-africano do Mosaico da Mandioca

NPK- Azoto, Fósforo e Potássio

C/N – Relação Carbono e Azoto

RDC – República Democrática do Congo

ICART- Implementação e Coordenação da Investigação Agrícola e Treinamento na região da SADC

NAS – Academia Nacional de Ciência

MSC- Matéria Seca edível

WRB – Base de Referencia Mundial

INDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1. Mandioca em África. Um pouco de História	21
2.1.1. Importância da mandioca	22
2.1.2. Aspectos culturais	29
2.1.3. Pragas e Doenças	31
2.2. Agro-ecologia e Agro-ecossistemas	35
2.3. Os Sistemas de Produção	37
2.3.1. Sustentabilidade dos Sistemas de Produção	40
2.3.2. Consociação de Culturas	41
2.3.3. Os Sistemas Agro-florestais (SAF)	44
2.4. As Culturas Intercalares	46
2.4.1. Leguminosas	50
2.4.1.1. O <i>Cajanus cajan</i> (L.)	50
2.4.1.2. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	54
3 MATERIAL E MÉTODOS	57
3.1. Localização e Justificação	57
3.2. Solos	58
3.3. Clima	58
3.4. Selecção do material	59
3.4.1. Vegetativo	59
3.4.2. Equipamento	59
3.5. Selecção de Variáveis a estudar	60
3.6. Condução de Ensaios	60
3.6.1. Delineamento experimental	60
3.6.2. Instalação dos ensaios	61
3.6.3. Aplicação dos tratamentos experimentais	62
3.6.4. Colheita de amostras do solo	62
3.6.5. Colheita de amostras da mandioca	63
3.6.6. Colheita de amostras das culturas intercalares	63
3.6.7. Colheita da mandioca	64
3.7. Métodos de Análise	64
3.7.1. Solo	65
3.7.1.1. Preparação das amostras	65
3.7.1.2. Análise do Solo	65
3.7.1.2.1. Textura de Campo	65
3.7.1.2.2. Matéria Orgânica	65
3.7.1.2.3. pH	65
3.7.1.2.4. Fósforo e Potássio "assimilável"	65
3.7.1.2.5. Elementos Minerais	65
3.7.1.2.6. Condutividade eléctrica	66
3.7.1.2.7. Azoto Amoniacal e Azoto Nítrico	66

3.7.2. Material vegetativo	66
3.7.2.1. Preparação das amostras	66
3.7.2.2. Análise química	66
3.7.2.2.1. Leucaena e Cajanus	66
3.7.2.2.1.1. Teor de água (Humidade)	66
3.7.2.2.1.2. Azoto total	66
3.7.2.2.1.3. Cinza	66
3.7.2.2.1.4. Elementos Minerais	67
3.7.2.3. Mandioca	67
3.7.2.3.1. Teor de água (Humidade)	67
3.7.2.3.2. Cinza	67
3.7.2.3.3. Proteína Bruta	67
3.7.2.3.4. Fibra bruta	67
3.7.2.3.5. Gordura bruta	68
3.7.2.3.6. Extrativos não Azotados	68
3.7.2.3.7. Amido Total	68
3.8. Tratamento Estatístico	68

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Tratamento Estatístico	71
4.1.1. Correlações em Cacusó	71
4.1.2. Correlações no Mazozo	76
4.2. Discussão dos Resultados	81
4.2.1. Culturas Intercalares	81
4.2.2. Composição Física e Química do Solo	84
4.2.2.1. pH	84
4.2.2.2. Condutividade do Solo	84
4.2.2.3. Matéria Orgânica	86
4.2.2.4. Azoto	88
4.2.2.4.1. Azoto Amoniacal	88
4.2.2.4.2. Azoto Nitrico	89
4.2.2.5. Fósforo Assimilável	92
4.2.2.6. Potássio Assimilável	94
4.2.2.7. Micronutrientes	95
4.2.3. Produção de Mandioca	96
4.2.3.1. Biomassa	96
4.2.3.2. Produção Total	98
4.2.3.3. Produção em Número de Raízes	101
4.2.3.3.1. Raízes Comerciais	101
4.2.3.3.2. Raízes não Comerciais	103
4.2.3.4. Produção em Massa	105
4.2.3.4.1. Produção Comercial	105
4.2.3.4.2. Produção não Comercial	106
4.2.3.5. Conta de Cultura	109
4.2.4. Composição Química da Mandioca	110
4.2.4.1. Proteína Bruta	111

4.2.4.2. Gordura Bruta (MS)	112
4.2.4.3. Fibra Bruta (MS)	114
4.2.4.4. Extractivos não Azotados	115
4.2.4.5. Cinza	116
4.2.4.6. Percentagem de Amido	117
4.2.4.7. Macronutrientes	119
4.2.4.8. Micronutrientes	119
5. CONCLUSÕES	121
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	
Anexo I	149
Anexo I.1	149
Anexo I.2	152
Anexo II	155
Anexo II.1	155
Anexo II.2	159
Anexo III	163
Anexo III. a1	163
Anexo III. a2	164
Anexo III. b1	165
Anexo III. b2	166
Anexo III. c1	167
Anexo III. c2	169
Anexo IV	171
Anexo IV.1	171
Anexo IV.2	173

ÍNDICE COMPLEMENTAR

Índice de Fotos

Foto 1	Cajanus no Mazozo, Angola Província do Bengo	51
Foto 2	Leucaena no Mazozo, Angola Província do bengo	55
Foto 3	Aspecto inicial em Cacuso	57
Foto 4	Procedimentos na instalação dos ensaios	61
Foto 5	Operação de corte, pesagem e incorporação	63
Foto 6	Ilustrando procedimenetos da colheita	64

Índice de Figuras

Fig. 1	Os dez maiores produtores de mandioca no Mundo	25
Fig. 2	Evolução da produção de Angola em 10 Anos (t)	29
Fig. 3	Evolução da área cultivada em Angola (ha)	29
Fig. 4	Nuvem de pontos e rectas de regressão para o número de raízes e três variáveis de solo com as quais se encontrou a melhor correlação	72
Fig. 5	Núvem de pontos e rectas de regressão para o número de raízes comerciais e quatro variáveis de solo com as quais se encontrou a melhor correlação	73
Fig. 6	Núvem de pontos e rectas de regressão para a produção total (kg/ha) e três variáveis de solo com as quais se encontrou a melhor correlação	74
Fig. 7	Núvem de pontos e rectas de regressão para a produção comercial (kg/ha) e três variáveis de solo com as quais se encontrou a melhor correlação	76
Fig. 8	Núvem de pontos e rectas de regressão para o número de raízes comerciais e uma variável de solo com a qual se encontrou a melhor correlação e outra com a pior	77
Fig. 9	Núvem de pontos e rectas de regressão para a produção total em kg/ha e três variáveis de solo com a qual se encontrou a melhor correlação	78
Fig.10	Núvem de pontos e rectas de regressão para a produção comercial em kg/ha e três variáveis de solo com a qual se encontrou a melhor correlação	80
Fig. 11	Condutividade em Cacuso ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	85

Índice de Tabelas

Tabela 1	Elementos da análise de ANOVA	61
Tabela 2	Produção média anual de biomassa e elementos principais do solo	81
Tabela 3	Condutividade do solo (Ce) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	85
Tabela 4	Teores de MO (%) no solo	86
Tabela 5	Teores de azoto amoniacal (mg/kg)	88
Tabela 6	Teores de azoto nítrico	90
Tabela 7	Teor de fósforo assimilável (mg/kg)	92
Tabela 8	Teor de potássio assimilável (mg/kg)	94
Tabela 9	Produção de biomassa da mandioca	97
Tabela 10	Produção total (Kg/ha)	99

Tabela 11	Número de raízes comerciais	102
Tabela 12	Número de raízes não comerciais	103
Tabela 13	Produção comercial (kg/ha)	105
Tabela 14	Produção não comercial (kg/ha)	107
Tabela 15	Comparação de custos de produção de 1 ha de mandioca	109
Tabela 16	Percentagem de proteína bruta (MS)	111
Tabela 17	Percentagem de gordura bruta (MS)	113
Tabela 18	Percentagem de fibra bruta (MS)	114
Tabela 19	Percentagem em cinza (MS)	116
Tabela 20	Percentagem de amido (MS)	118
Tabela 21	Micronutrientes na mandioca	120

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da mandioca tem grande relevância económica, constituindo a principal fonte de Hidratos de Carbono da população mundial, essencialmente nos países em desenvolvimento e em particular em Angola.

A mandioca é cultivada em mais de 60% do território angolano. Desde a sua introdução e difusão em África, entre os séculos XVI e XVII, foi rapidamente integrada na dieta alimentar dos povos, tornando-se numa das principais culturas alimentares de grande parte da população. A tecnologia de produção nunca conheceu grande evolução pelo facto de ser considerada uma cultura de subsistência praticada essencialmente por camponeses pobres, sem recursos. No entanto a mandioca para além de cultura de subsistência é actualmente vista em África e especialmente em Angola, com potencial comercial (“cash crop”), substituindo muitas culturas industriais em várias regiões do país. É uma das culturas eleitas para a resolução dos problemas da fome visando contribuir para a auto-suficiência alimentar, sendo fundamental, para atingir este desiderato, investimentos no estudo de sistemas de produção capazes de permitirem um aumento da produtividade, sem olvidar a melhoria das características, da estrutura e da fertilidade dos solos.

Por ter uma tecnologia de produção relativamente simples e não apresentar grandes exigências nutricionais ou de manejo, a forma de cultivo não difere muito (para além, evidentemente, de alguns aspectos relacionados com a evolução e disponibilidade de meios tecnológicos), da praticada pelos índios, na época do descobrimento do Brasil (Perpétuo, 2011).

A escolha de variedades mais adaptadas a uma região permite incrementar a produtividade da cultura (Fukuda *et al.*, 2003). Muitos agricultores, não sabendo deste facto, insistem em utilizar o mesmo material de plantação que já usavam os seus antepassados, tornando o cultivo pouco produtivo por erosão genética e aumento da susceptibilidade a pragas e doenças oportunistas.

O aperfeiçoamento dos sistemas de produção e o uso de novas tecnologias em cultivos de mandioca já estabelecidos, podem tornar-se uma realidade e melhorar o desempenho dos sistemas produtivos, evitando-se também o desmatamento de novas áreas, (Melo *et al.*, 2005).

Segundo Putthacharoen *et al.*, (1998), a mandioca é uma cultura que explora o solo durante longo tempo, considerada uma das mais erosivas quando comparada a outras de ciclo curto, como o sorgo, milho e amendoim, principalmente nos primeiros meses após a plantação, quando a cobertura do solo ainda é bastante incipiente.

Os sistemas de culturas intercalares (culturas em faixas) prevêm sustentabilidade a longo prazo, recorrendo a uma série de práticas ajustadas para cada caso, principalmente as relacionadas com a melhoria da estrutura e da fertilidade do solo.

Muitos dos sistemas de produção utilizados não favorecem a manutenção da fertilidade do solo e da produtividade das culturas. Para a cultura da mandioca o facto de permanecer longo tempo no mesmo terreno (entre um e dois anos), poderão ser benéficos os sistemas conservadores do meio ambiente, da fertilidade e das características físicas e químicas do solo.

A consociação de culturas é uma técnica que proporciona melhor aproveitamento dos recursos do ambiente, como a radiação solar, água e nutrientes, (Khatounian, 2000); (Padovan, 2006).

Os sistemas agro-florestais (SAF), como forma de consociação de culturas, constituem tecnologias agrícolas de baixo custo em energia e dispêndio de recursos, além de serem produtivos e sustentáveis, combinando árvores e arbustos e plantas anuais, regra geral leguminosas e culturas alimentares e/ou forrageiras, (Kampen e Budford, 1980), (Steppler e Nair, 1987), (Kang *et al*, 1990).

De acordo com vários autores citados por Sá (1994) os SAF, que incluem uma série de opções de cultivo simultâneo ou sequencial de árvores com culturas agrícolas e/ou criação de animais, são apontados como alternativas de uso agrícola do solo, principalmente nas regiões tropicais, por apresentarem capacidade potencial para aumentar o nível de sustentabilidade do agro-ecossistema, quanto aos aspectos agronómicos, sociais, económicos e ecológicos.

Os Estados Unidos, países da América Latina e Europa têm divulgado os SAF como opção para o melhor aproveitamento dos recursos naturais na produção agro-pecuária, apresentando a capacidade de reduzir ao mínimo o uso de insumos não renováveis e conservar o meio ambiente.

Em Angola, entretanto, os SAF não têm sido investigados e divulgados adequadamente, embora, existam boas condições para a divulgação e adopção dessa forma de uso do solo, tais como: grande quantidade de solos degradados, elevado número de pequenas propriedades familiares na maioria das regiões; drástica redução da biodiversidade nas áreas de produção agrícola, práticas incorrectas de conservação de solo, áreas devastadas devido ao uso excessivo de árvores e arbustos para o fabrico de carvão e de lenha.

A utilização de culturas intercalares (Alley cropping), constitui um tipo de SAF que consiste na associação de árvores e/ou arbustos, geralmente fixadores de azoto, intercalados em faixas com culturas anuais. As árvores ou arbustos são podados periodicamente para a utilização da biomassa como adubação verde, (Bertalot, 2003),

o que constitui uma forma viável de amenizar os impactos da agricultura, favorecendo a sustentabilidade dos solos agrícolas, (Alcantara *et al.*, 2000). Entre os efeitos da adubação verde sobre a fertilidade do solo, estão o aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes, a maior capacidade de troca de catiónica efectiva do solo, o favorecimento da produção de ácidos orgânicos de fundamental importância para a solubilização de minerais, a diminuição dos teores de Alumínio de troca pela sua complexação e o aumento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil, (Calegari *et al.*, 1993).

Diversos estudos têm demonstrado vantagens na utilização de adubos verdes, especialmente leguminosas, com espécies de interesse alimentar e/ou comercial, com diferentes finalidades, (Oliveira *et al.*, 2005); (Genevro, *et al.*, 2006a,b); (Ceccon, *et al.*, 2007). Estas tecnologias de baixo custo podem assim constituir-se como alternativa para melhoria do cultivo da mandioca em Angola já que não são conhecidas ou praticadas.

Na agricultura angolana, nomeadamente familiar, os sistemas de cultivo mais utilizados circunscrevem-se a culturas simples e consociadas, das quais se destacam: a mandioca e amendoim; mandioca e milho; mandioca e batata-doce; mandioca, milho e batata-doce; mandioca milho e inhame; café e mandioca; café, mandioca e banana; cajueiro e mandioca.

As rotações entre culturas são feitas na sequência, raízes e tubérculos, cereais, leguminosas, repetindo a sequência sem pousio ou raramente com pousio demasiadamente curto. Outro elemento que pouco favorece a conservação da fertilidade do solo, é o facto de os resíduos não serem incorporados no solo para beneficiar as culturas subsequentes, excepto no caso dos cereais após a colheita. As leguminosas são colhidas inteiras e processadas fora do campo sem restituição de resíduos, não contribuindo desta forma para manutenção e possível melhoria das características e da fertilidade do solo.

O cultivo no sistema intercalar com a incorporação de leguminosas na fase de floração, nas entrelinhas da cultura principal, constitui uma novidade para a agricultura angolana quando se trata de culturas alimentares do grupo das raízes e tubérculos onde se enquadra a mandioca e mesmo no caso dos cereais.

O nosso trabalho tem como objectivos:

- Contribuir para uma agricultura sustentável nas áreas de produção de mandioca em Angola;
- Promover a melhoria dos sistemas de produção agrícola ao nível da agricultura familiar;
- Melhorar a produtividade e a qualidade do produto final da mandioca;

- Melhorar as características Físicas, químicas e a fertilidade do solo.

Assim, proporciona-se desta forma a melhoria das condições de vida, socioeconómicas e ambientais, praticando uma agricultura sustentável através da manutenção e melhoria de características físicas e fertilidade do solo, recorrendo ao sistema de culturas intercalares, com a utilização de espécies leguminosas arbóreas e arbustivas, *Leucaena* e *Cajanus*, bastante divulgadas no país.

Os trabalhos experimentais decorreram em duas localidades de Angola (Mazozo na província do Bengo e Cacuso na província de Malanje), com tradição no cultivo da mandioca e permitiu-nos estudar a contribuição deste sistema quanto à manutenção ou melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, controlo de pragas e doenças, controlo de infestantes, e influência na qualidade da raiz da mandioca.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mandioca em África. Um pouco de História

A mandioca é um arbusto pertencente à ordem Malpighiales, família Euphorbiaceae, género *Manihot* e espécie *Manihot esculenta* Grantz. É a única, dentre as 98 espécies conhecidas da família Euphorbiaceae, cultivada para fins alimentares.

De acordo com Carvalho, (2005), a planta ancestral da mandioca é natural de vegetação de galeria associada a rios, na zona de transição entre a floresta amazónica e de savana, próxima das fronteiras entre o Perú e Brasil.

As mais recentes pesquisas agrícolas e arqueológicas indicam que, provavelmente, a região amazense foi o berço da mandioca, embora opiniões diversas indiquem o Perú (região dos Andes) ou mesmo a África como centros de origem desta espécie.

A introdução da mandioca em Angola, ocorreu entre os séculos XVI e XVII, tornando-se uma das principais culturas alimentares de grande parte da população.

A produção da mandioca não conheceu grande evolução até 1975, por ser considerada até então uma cultura de subsistência praticada essencialmente por camponeses pobres e sem recursos.

Segundo Ferrão, (1992), alguns autores que tiveram oportunidade de conhecer a flora africana em tempos mais recentes, e verificando as condições de vegetação da mandioca neste continente, chegaram a atribuir-lhe uma origem africana, mas, na realidade, ainda não se encontrou qualquer autor que se refira à existência de mandioca em África, antes do descobrimento do Brasil. O mesmo autor, citando Ficalho (1947), refere que a planta foi levada para África pelos Portugueses e cultivada pela primeira vez em Angola em finais do século XVI, ou nos princípios do seguinte. Defende também que a mandioca passou primeiro por S.Tomé a caminho do Continente africano e, reconhecido que foi o seu valor como cultura alimentar, hoje capaz de substituir os cereais, até no fabrico do pão, verificou-se rapidamente a sua difusão por todo mundo tropical, podendo-se admitir que terá sido uma das primeiras plantas de origem americana a ser introduzida em África após os Descobrimentos.

Na opinião de Jones, (1959), os portugueses introduziram a mandioca em 1558 na bacia do Congo, tendo-se difundido rapidamente pelos territórios limítrofes. Os navegadores portugueses e árabes levaram a mandioca para Madagáscar apenas no século XVIII. Opinião também aceite por Camargo, (2007).

Aceitando a origem americana, a difusão terá acontecido, como referido, a partir do século XVI e XVII, através dos exploradores portugueses, expandindo-se para o interior

de África. Hoje encontra-se difundida por toda a África Tropical, por ter encontrado condições favoráveis de cultivo.

Ross (1975) e Jones (1959), afirmam que, a introdução foi mais ou menos paralela à expansão do comércio dos Portugueses. Carter (1993), citando Fernando Pó, diz que as primeiras introduções terão acontecido pela seguinte ordem: Bioko na Guiné Equatorial, São Tomé e Príncipe, Serra Leoa, e na costa angolana entre Luanda e o rio Zaire. Outros autores referem que entre a introdução e a expansão desta cultura terão passado cerca de 250 anos. Segundo Jones (1959) a cultura chegou à África Central, mais tarde, no século XIX, tendo sido incorporada com sucesso em vários sistemas de cultura.

Contudo, Rossel & Thottapilly, (1985), defendem que o primeiro cultivo da mandioca na África Central aconteceu em 1611. Verifica-se assim que, ainda hoje, não há concordância entre os diversos autores quanto à origem e expansão desta cultura em território africano.

De entre todos os géneros com origem americana, a mandioca foi o produto agrícola que mais influenciou e transformou a fisionomia da agricultura da África. Parece no entanto seguro que a mandioca a partir das costas angolanas penetrou cada vez mais profundamente para o coração da África Central, desempenhando desde então um importante papel na história agrária destas sociedades, (Maestri Filho, 2007).

2.1.1. Importância da mandioca

A resistência da mandioca a diversas condições climáticas é determinante na sua utilização como reserva alimentar nas regiões de grande estiagem, de poucos recursos agrícolas, pois constitui uma excelente fonte de hidratos de carbono, com baixos custos de produção, tendo por isso importância social significativa em países tropicais com populações de rendimentos baixos, (O'Hair, 1998).

Segundo Perez, (2004), a sabedoria popular tem transmitido, geração após geração, a diferença entre dois grupos genéricos de variedades: as “mandiocas amargas”, cuja concentração de glucósidos cianogénicos a tornam altamente tóxica para o consumo humano ou animal e as “mandiocas doces”, cujo consumo com pouco processamento é seguro. Actualmente, as mandiocas doces são conhecidas como variedades de mesa, sendo as cultivares conhecidas através das diferenças na parte aérea em termos de coloração do caule, folha, ápice e na raiz pela forma, tamanho, coloração e composição.

As mandiocas amargas, quando destinadas a fins alimentares, servem sobretudo para a produção de farinha (bombó e crueira). Já as doces, cujo teor de toxinas é substancialmente menor, são preparadas domesticamente para consumo imediato. As preparações culinárias por fritura ou cozimento são as mais comuns.

Porém é importante destacar, que “doce” ou “amarga” são designações que não possuem grande rigor, uma vez que estas características não estão necessariamente ligadas à produção dos glucósidos cianogénicos, pois pode-se também encontrar teores elevados em algumas variedades doces. Portanto, o cuidadoso estudo das variedades é fundamental para minimizar os riscos de intoxicação.

O fato da cultura da mandioca ser considerada rústica e “de quintal” pode associá-la a um sentido pejorativo, pois leva a crer que o seu cultivo é pouco lucrativo, exclusivamente voltado para a subsistência, com recurso a tecnologias rudimentares. No entanto, a disseminação doméstica da cultura foi fundamental para que se chegasse à actual diversidade genética, (Perez, 2004).

Outra forma de se classificarem as cultivares de mandioca está relacionada com a duração do ciclo entre a plantação e a colheita, em três categorias, usualmente conhecidas como: “precoces” (de 10 a 14 meses), “medianas” (de 14 a 16 meses) e “tardias” (mais de 18 meses).

A mandioca é o maior recurso alimentar para mais de 500 milhões de pessoas em África, América Latina e Ásia. Como fonte de hidratos de carbono surge em segundo lugar logo após o milho.

A capacidade de se adaptar, mesmo em condições marginais, ao meio ambiente contribuiu para a segurança alimentar das famílias e torna a mandioca importante na melhoria da vida das famílias rurais pobres, (Neweke e Ezumah, 1992); (Dahniya, 1994); (FAO and IFAD, 2000); (Kebe *et al.*, 2001).

Cerca de 53,4% da mandioca produzida no mundo é produzida em África. Confirmando a sua importância sócio-económica cerca 40% da população da Africa Subsariana depende desta cultura, (Neweke *et al.*, 2002).

Em África, muitos produtores de mandioca utilizam um processamento tradicional e vendem o produto sob a forma de raízes frescas, folhas, crueira, farinha e bebidas alcoólicas em pequena escala. Como noutras situações, as mulheres estão mais envolvidas no processamento e na venda dos produtos, (Neweke, 1994).

Actualmente, de cultura de subsistência, passou a ser de rendimento (“cash crop”) para muitas famílias africanas e em especial angolanas, sendo uma das espécies eleitas para a resolução dos problemas da fome em busca da auto-suficiência alimentar.

No histórico da agricultura angolana entre as culturas assumidas como industriais e comerciais até 1975 destacava-se, o café (*Coffea sp* L.), o sisal (*Agave sisalana* Perrine), a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), o algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e o tabaco (*Nicotiana tabacum* L.).

O café já foi a cultura mais importante de Angola, de importância económica fundamental, com um mercado especializado e bem organizado, constituindo então a

maior fonte de receitas para a agricultura familiar. Este incentivo foi tal que em 1973 Angola cotou-se em terceiro lugar a nível mundial com uma produção 210 mil toneladas e uma área cultivada de 500 mil hectares. No mesmo ano a produção da mandioca foi de 1 milhão e 580 mil toneladas, numa área cultivada de 430 mil hectares.

Em 2010, a produção do café em Angola foi estimada em 2 mil e cem toneladas, numa área cultivada ou mantida de 60 mil hectares, enquanto a mandioca representava cerca de 14 milhões de toneladas numa área cultivada de 1 milhão e 50 mil hectares.

O café cultivado em larga escala nas zonas tradicionais de cultura da mandioca exigia muita mão-de-obra, o que levou então à adopção de um sistema de “contractado”. Após a independência, este sistema não encontrou sustentabilidade para a manutenção das fazendas, dada a escassez da mão-de-obra e o desmoronamento da organização do mercado do café. A falta de mão-de-obra, de mercado, e de uma política de preços não definida devido a uma guerra civil muito longa, conduziu ao abandono do cultivo desta cultura e em substituição a um aumento considerável de outras culturas, em especial a da mandioca, para suprir as necessidades alimentares e financeiras naquelas regiões.

O sisal e cana-de-açúcar embora cultivados por grandes empresas também eram fonte de receitas para as empresas familiares, pois no período de pouco trabalho elementos destas recorriam a elas para empregos temporários, para suprirem algumas necessidades financeiras. Estas empresas também foram abandonadas, o que levou o agricultor familiar a encontrar outras estratégias como por exemplo passando a dedicar-se ao cultivo da mandioca como fonte alimentar e de recursos financeiros.

O Algodão, então uma das principais culturas industriais e comerciais tinha a sua comercialização garantida pela COTONANG (Empresa Algodoeira de Angola), o que tornou a cultura fonte de recursos financeiros para as empresas familiares de muitas regiões, citando como exemplo o Bengo e Malanje. Após a independência também o algodão deixou de ter mercado porque a empresa foi extinta, registando-se desde então um abandono da cultura e como recurso as empresas familiares passaram a dedicar-se apenas a culturas alimentares, que garantissem a subsistência das famílias.

O tabaco cultura industrial e comercial importante até a independência, tal como o café, tinha igualmente um mercado especializado e competitivo que incentivou grande parte da agricultura familiar. A importância dada ao tabaco era tão grande que havia empresas especializadas para compra, classificação, processamento primário e secundário, conforme se prova através da existência de fábricas de processamento em Luanda e Benguela. Contudo, e pelas razões já apontadas, a falta de mercado organizado desta cultura industrial levou então as empresas familiares abandonarem

ou diminuir o seu cultivo, destinando os terrenos para as culturas alimentares, como a mandioca, que hoje ocupam, como já referido, lugar destacado no comércio.

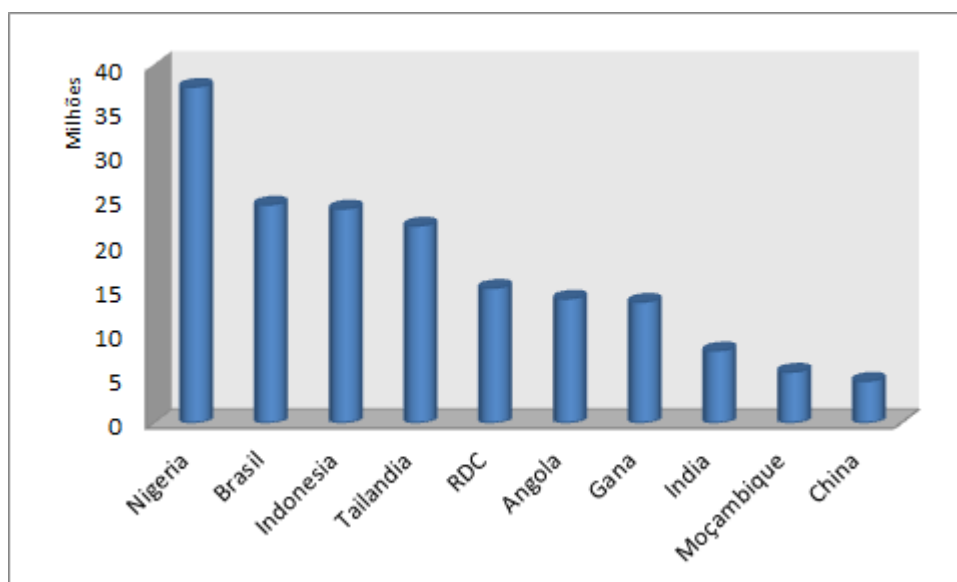
De acordo com o Fundo das Nações Unidas para a Alimentação (FAO), países como Nigéria, Brasil, Tailândia, Indonésia, República Democrática do Congo, Gana, Índia, Tanzânia, Moçambique e Angola são os que mais mandiocas produzem, e apontam esta cultura como sendo de grande importância económica e social no mundo em geral, (Benedito, 2007).

A produção mundial de mandioca vem crescendo na maioria dos países que a cultivam, em especial naqueles considerados em desenvolvimento, onde esta cultura constitui a principal fonte energética, em termos alimentares, de um grande grupo populacional. Em 2004 a produção alcançou cerca de 202,7 milhões de toneladas (SEAB, 2006)

Dados recentes da FAO, dão-nos conta que a produção cresce anualmente em todos os países produtores, exceptuando o Brasil onde se verificou um ligeiro decréscimo em 2009 em relação à produção de 2008.

A Nigéria continua a ser o maior produtor mundial com 38.0 milhões de toneladas seguido pela Brasil 24.3, Indonésia 23.9, Tailândia 22.0, República Democrática do Congo 15.0, Angola 14.0 e Gana com 14.0 milhões de t.

Na Figura 1 apresentam-se os dez países maiores produtores de mandioca no mundo:



Fonte: FAOSTAT, 2012

Fig. 1 Os Dez Maiores Produtores de Mandioca no Mundo

Dados publicados pela Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola (MIAA), em 1971, no recenseamento agrícola de 32 regiões geoeconómicas relativo ao número de explorações e a produções apresentou, 1.07 milhões de unidades, uma superfície total igual a 4.18 milhões de ha.

Alberto (1957a), afirmava que o rendimento médio em raízes frescas estava avaliado em 12 t/ha e o preço de compra da crueira (mandioca seca sem processo de fermentação) sofreu ligeiro decréscimo entre 1956 a 1957, passando então de 1,37 para 1,20 escudos. Segundo o mesmo autor, destinava-se à alimentação humana, usando-se para o efeito as raízes de diversas formas e as folhas e, em segundo plano na alimentação animal utilizando preferencialmente a casca das raízes e folhas não palatáveis para o homem. Alberto em (1957b) apontava ainda algumas pragas e doenças que então influenciavam a produção da mandioca destacando: podridões (castanhas, negra e amarela) e o mosaico como principais doenças. Como principais pragas, Ortópteros da família dos Grilídeos (*Gryllotalpa africana*), Coleópteros da família dos Curculionídeos (*Calandra oryzae*) e vários da família dos Bruchídeos (*Bruchus* sp). Apresentou também uma lista de animais selvagens mamíferos como: a pacassa (*Synserus nanus maye*), o nunce (*Redunca arundinum*), o bambi (*Cephalophus grimmis*) e o javali (*Sus srofa cafer*).

Com vista a melhorar a produção da mandioca em África foi criado o Instituto Internacional da Agricultura Tropical (IITA) com sede em Ibadan, Nigéria, com dois grupos de trabalho: o da zona Leste e Sul da África nomeadamente: a East African Root Crops Research Network (ERRNET) e a South African Root Crops Research Network (SARRNET), de que Angola faz parte desde 1994.

Em Angola, com o objectivo de aumentar a produtividade da cultura, foi criado em 1994 o Programa Nacional de Investigação de Raízes e Tubérculos (PNIRT) envolvendo praticamente todos os itens importantes para esta cultura: melhoramento genético, transferência de tecnologias, introdução e adaptação de variedades de alta produtividade e resistentes às principais pragas e doenças. Está actualmente em curso o Projecto de Desenvolvimento Rural em Malanje (uma parceria entre o Instituto de Desenvolvimento Rural de Angola e o Instituto Superior de Agronomia de Portugal), financiado pelo Governo de Angola e pelo Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento (IPAD). Os Governos Provinciais também desenvolvem iniciativas com programas que têm como prioridade a multiplicação e distribuição de material vegetativo de mandioca de qualidade.

Contudo, a produtividade é relativamente baixa, situando-se entre 10 e 11 t/ha (FAO; 2012), muito longe das potencialidades da cultura que segundo (Cock, 1979), pode atingir as 90 t/ha.

Alguns autores, como Lopes (2006), referem que as baixas produtividades se devem à falta de variedades adaptadas a diferentes condições de cultivo. Muondo (2005), atribuiu tal situação ao baixo nível tecnológico reflectido nos sistemas de produção utilizados, à ausência de métodos de reposição da fertilidade do solo, bem como às más práticas culturais e uso de material de propagação de baixa qualidade, bem como à incidência de pragas e doenças.

Com o fim da guerra civil a cultura da mandioca tem vindo expandir-se em todo território angolano.

Em Angola, a mandioca é um elemento fundamental para a segurança alimentar, pois constitui o alimento base de cerca de 40 a 50% da população, logo depois do milho, sendo em simultâneo uma cultura de rendimento para muitas famílias camponesas, contribuindo desta forma para a resolução dos vastos problemas socioeconómicos das famílias, relacionados com a educação, saúde e bem-estar. Há famílias que não encontram outra fonte de receitas senão nesta cultura. Possui um mercado muito diversificado, onde se comercializam de forma fresca as raízes das variedades doces e folhas das duas categorias.

A mandioca doce pode ser consumida em fresco, assada, frita ou cozida, ou depois de um processamento tecnológico simples. Regra geral, as variedades amargas só são comercializadas depois de processamento. Quando comercializadas em fresco destinam-se principalmente e em grandes quantidades para as empresas de processamento de farinha torrada e “musseque”.

No Conselho de Direcção do Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural realizado a 20 de Junho de 2007, na província do Cunene, em que um dos pontos em discussão abordava questões da seca que afectava algumas províncias do país, a mandioca foi eleita como uma cultura que estrategicamente pode minimizar os problemas de défice alimentar das populações em situação de crise. Em 2005, o Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ministério da Agricultura (IDA), iniciou o Projecto de vulgarização da cultura da mandioca em todo o país, incluindo nas áreas de predominância do milho, massango e massambala.

Fruto das alterações climáticas que se traduzem por uma indefinição do período chuvoso e do cacimbo, do início e o fim das chuvas e da alteração da regularidade das mesmas, o Conselho de Direcção do Ministério da Agricultura através do Gabinete de Segurança Alimentar, recomendou a expansão da mandioca para áreas sem tradição de cultivo desta espécie.

Segundo dados deste Gabinete publicados em 2007, a área semeada *versus* plantada, na campanha agrícola 2003/2004, com três culturas do grupo de raízes e tubérculos, aumentou 12% em relação ao ano anterior e a da mandioca conheceu um aumento de 7,8%. Prosseguindo os trabalhos de melhoramento de variedades de mandioca, aumentando a disponibilidade de plantas com grande produtividade e resistentes às principais pragas e doenças, melhorando a comercialização e apostando na recuperação da rede viária e rodoviária do país, pode-se prever:

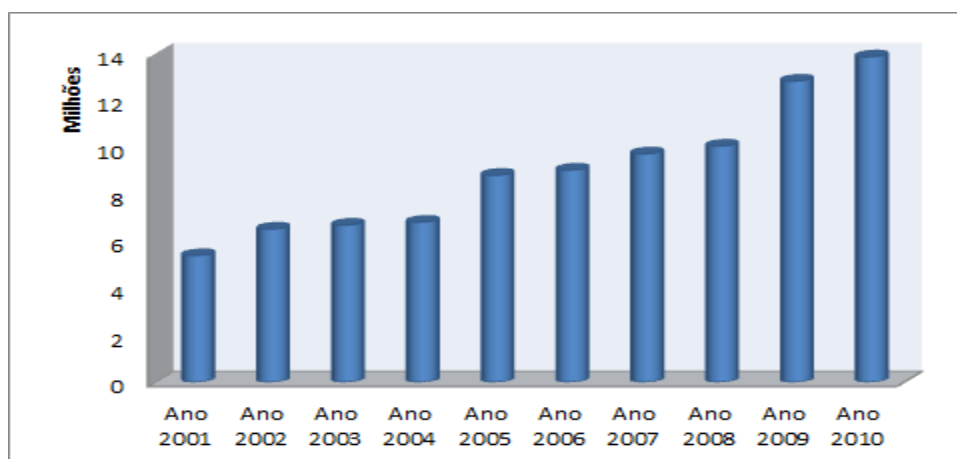
- Obtenção de maior facilidade para o escoamento dos excedentes da produção;
- Um aumento de fluxo e a troca de produtos entre a cidade e o campo, evitando a perda de produções;

- A geração de receitas para as famílias, que podem assim dispor de novos meios de apoio à produção e por consequência aumentar as colheitas;
- Possibilidade de melhoria do nível de vida e de bem-estar social dos produtores e suas famílias.

A comercialização organizada contribuirá ainda para a reabilitação das vias de acesso secundária e terciárias). Em oposição ao trabalho manual, a introdução da tração animal nalgumas áreas de produção de mandioca ou a organização das populações em associações, facilitando a mecanização de algumas operações, como a lavoura e armação do terreno, permitiriam a diminuição dos custos de produção e o aumento da área cultivada por família, nalgumas regiões. A diminuição do custo de produção pode proporcionar também um aumento das áreas de cultivo por família, que regra geral andam a volta de 1 a 2 ha e em condições excepcionais entre 3 a 4 ha, (Muondo, 2005).

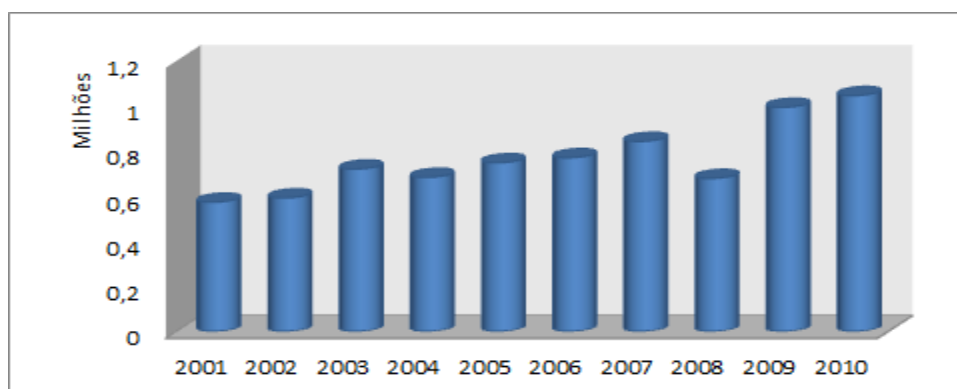
Angola já exportou mandioca para alguns países europeus, África Equatorial e Ocidental em 1956 e 1957, segundo (Alberto, 1958). A tendência actual da produção da mandioca é aumentar de ano para ano conforme referimos. Seguindo o historial da cultura, em 1973 a produção estava estimada em 1.25 milhões de toneladas, em 1975 na altura da independência era de 1.35 milhões de toneladas. Durante a guerra civil registou pequenos acréscimos e em 1992, ano das primeiras eleições, estimava-se uma produção de 1.86 milhões de toneladas. De 1992 a 2002 foram registados os maiores aumentos. Apesar da guerra civil, atingiu-se nesse ano a cifra de 6.5 milhões de toneladas e uma área cultivada de 592.598 ha.

Com o fim desta guerra, a partir de 2002, devido à política do governo de reassentamento das populações nas suas áreas de origem e com a implementação do Plano Nacional de Fomento da Mandioca, tendo como objectivo minimizar os problemas de segurança alimentar e dar resposta às questões das alterações climáticas, que também têm influenciado a produção agrícola devido à irregularidade das chuvas e muitas vezes à sua escassez, nalgumas regiões do país, verificaram-se maiores acréscimos da produção e das áreas cultivadas, que em 2010 eram de 13.9 milhões t e 1.05 milhões de ha respectivamente, segundo dados do Gabinete do Plano do Ministério da Agricultura e editados pela FAO em 2012, (Fig. 2 e 3).



Fonte: FAOSTAT, 2012

Figura 2 Evolução da Produção de Angola em 10 Anos (t)



Fonte: FAOSTAT, 2012

Figura 3 Evolução das Áreas Cultivadas em Angola (ha)

2.1.2. Aspectos culturais

Segundo Souza & Souza, (2000), as operações de preparação do solo devem ser muito reduzidas, apenas o suficiente para a instalação da cultura e para o bom desenvolvimento do sistema radicular, e sempre executadas segundo as curvas de nível do terreno, orientação esta que também deve ser seguida para a plantação. O solo, particularmente, quando arenoso e de topografia inclinada, deve receber práticas conservacionistas contra a erosão. A plantação em curvas de nível e o estabelecimento de talhões em terraços são as práticas mais comuns utilizadas, (Lorenzi *et al.*, 2002).

Para a EMBRAPA (2006), devem ser considerados dois aspectos na conservação do solo em mandioca: fraca protecção do solo contra a erosão, pois o crescimento inicial é muito lento e o espaçamento é amplo, demorando a cobrir o solo para protegê-lo da degradação da sua estrutura pelas chuvas (grandes enxurradas) e emergência de

infestantes e é esgotante do solo, pois quase tudo o que produz (raízes, folhas e caules) é exportado da área, para produção de farinha, alimentação humana e animal e como material de propagação para novos plantios, retornando muito pouco ao solo sob a forma de resíduos.

A capacidade de se desenvolver e produzir relativamente bem em solos de baixa fertilidade, talvez seja a principal característica desta planta, superando os problemas de baixos teores de fósforo, através de uma eficiente associação com micorrizas.

Em solos pobres, a planta reduz a sua área foliar, mantendo todavia a concentração desses nutrientes em nível óptimo, permitindo assim maior eficiência na utilização dos elementos nutritivos. Tolerante bem solos ácidos, com níveis altos de saturação de alumínio, revelando grande susceptibilidade à salinidade, sendo a faixa de pH ideal entre 5 e 6 (Lorenzi *et al.*, 2002).

A cultura da mandioca pode desenvolver-se satisfatoriamente, com produções razoáveis, em variadas condições de clima e fertilidade de solos. É considerada como uma das culturas mais eficientes na produção de hidratos de carbono entre as plantas superiores (Howeler, 1981). Resultados obtidos sob as mais variadas condições mostraram que a cultura da mandioca extrai de 1,93 a 10,96 Kg de N, de 0,56 a 1,89 Kg de P e de 4,69 a 9,04 Kg de K por tonelada de raízes (Howeler, 1981). Esta cultura não responde, de maneira consistente, à adubação, mesmo em solos com baixa disponibilidade de nutrientes (Gomes, 1987). Este paradoxo tem sido relacionado com as associações das raízes com micorrizas, (Howeler *et al.*, 1987).

É uma cultura que ocupa o solo durante longo período, protegendo-o mal, quando comparada com outras culturas alimentares como o sorgo, milho e amendoim, principalmente nos primeiros meses após a plantação, quando a cobertura do solo ainda é bastante incipiente, (Putthacharoen *et al.*, 1998).

A fertilidade do solo e a necessidade de água em África são hoje dois importantes factores limitantes na produção agrícola, (Smaling *et al.*, 1997). Muitos autores consideram que as baixas produções da agricultura familiar em África, são principalmente devido à baixa fertilidade dos solos. Muitos Projectos de desenvolvimento agrícola de Organizações Governamentais e não-Governamentais (ONG's) consideram o problema da baixa fertilidade do solo como a principal causa da baixa produtividade da mandioca. Contudo, de acordo com a Integrated Soil Fertility Management (ISFM) para além da questão fertilidade do solo é também muito importante o desenvolvimento de técnicas adaptáveis e práticas de manejo sustentável do solo, integrando acções biológicas, químicas, físicas, culturais e económicas, (CIAT *et al.* 2001). Advogam ainda a utilização de recursos locais disponíveis e a combinação de recursos orgânicos e fertilizantes, tornando assim mais eficiente estes dois factores, (Vanlauwe, 2005).

Em experiências realizadas em Vitória da Conquista - BA, Região Sudoeste da Bahia, Cardoso Júnior (2004), concluiu que o azoto aplicado no solo influenciou o desenvolvimento da parte aérea da mandioca, não tendo porém influenciado a produtividade de raízes.

Quanto ao potássio, o nutriente extraído em maior quantidade, os solos cultivados normalmente apresentam teores baixos a médios, e também baixa capacidade de renovar o potássio de troca do solo. Embora a resposta à adubação potássica seja reduzida nos primeiros anos de cultura numa área, torna-se mais evidente após vários cultivos (EMBRAPA, 2006). Deste modo o esgotamento do solo é atingido rapidamente, normalmente após dois a quatro cultivos repetidos na mesma área.

2.1.3. Pragas e Doenças

As pragas e doenças têm uma importância capital para a produtividade da mandioca. Visando inventariar as principais pragas e doenças em Angola, no período de 2008 a 2009, realizaram-se alguns trabalhos com técnicos angolanos. No mesmo ano, juntaram-se aos técnicos angolanos especialistas da SADC, que realizaram visitas de prospecção fitossanitária em oito províncias do país, de entre elas três, onde a mandioca é produzida com maior intensidade (Uíge, Bengo e Moxico).

Os problemas fitossanitários com a mandioca em Angola também levaram especialistas do Instituto Internacional da Agricultura Tropical (IITA) e do Instituto de Investigação Agronómica (IIA) a realizarem uma prospecção de 28 de Março a 8 de Abril de 2008, em algumas províncias.

Destes trabalhos resultou uma lista das principais pragas e doenças para a cultura de mandioca em Angola que se apresentam de seguida:

Pragas

- *Zonocerus variegatus* (Gafanhotos)
- *Phymateus viripides* (Gafanhotos)
- *Bemisia tabaci* (Mosca branca)
- *Bemisa afer* (Mosca branca)
- *Ferrisia virgata* (Cochonilhas)
- *Aonidomytilus albus* (Escamas)
- *Agrotis spp* (Brocas)
- *Tetranychus sp* (Ácaros vermelhos)
- *Mastomys natalensis* (Ratos)
- *Coptotermes formosanus* (Salalé ou Termites)

Doenças

- *Mycosphaerella henningsii* (Mancha castanha foliar)= *Cercospora cassavae*

- *Cercospora vicosae* (Mancha da folha)
- *Colletotrichum gloesporoides* pv *manihoti* (Antracnose)
- *Xanthomonas campestris* (Murcha bacteriana) / Queima bacteriana)
- *Xanthomonas axonopodis* pv *manihotis* – (Bateriose da Mandioca)/ Crestamento da mandioca.
- *Uromyces manihotis* Hnn. (Ferrugem da mandioca)

Nemátodos

- *Meloidogyne spp*
- *Pratylenchus brachyurus*
- *Rotylenchus reniformis*

Viroses

- CMD- Cassava Mosaic Disease
- ACMV- African Cassava Mosaic Virus - (Mosaico das folhas)
- EACMV- East African Cassava Mosaic Vírus Complex
- EACMV-ug (Variante Uganda)
- CMG- Cassava Mosaic Gemmivirus
- ACMV+ EACMV
- ACMV + EACMV-ug.

De entre as principais pragas, doenças e predadores detectadas pelas três missões, o Ácaro Vermelho, a Cochonilha, a Mosca branca (*Bemisia tabaci*), as Brocas, o Salalé, o Gafanhoto e os Ratos surgem como as mais importantes em termos económicos. Os Gafanhotos embora de grande importância, por ser uma praga bastante devastadora, são migratórios e a sua ocorrência pouco frequente. A maior invasão desta praga, em Angola, que seja do nosso conhecimento, data de 1978.

Nas doenças, a Murcha Bacteriana ou Queima e a Bateriose da mandioca são economicamente as mais importantes, desde que se manifestem logo no início do desenvolvimento da cultura.

A Murcha Bacteriana surge em determinadas condições ambientais que favorecem o aparecimento da doença, como temperaturas médias diurnas de 30°C e nocturna de 20°C, e precipitações anuais acima de 1200 mm. A severidade desta bacteriose está ligada às amplas flutuações entre as temperaturas do dia e da noite durante o período de chuvas. Além de Angola e Brasil, a bacteriose tem sido relatada noutros países da América do Sul, América Central, África e Ásia, (Kimati, H. *et al.*, 2005) causando surtos epidémicos. Os prejuízos causados variam, principalmente em função da variedade utilizada, das condições climáticas e do inóculo inicial. Em variedades susceptíveis, as perdas podem variar de 50 a 100% quando as condições são favoráveis, enquanto em

variedades resistentes não ultrapassam 5 a 7 % da produção. Essas perdas podem ser maiores na presença de patógenos secundários, como *Coanephora cucurbitarum* e *Colletotrichum spp.*, que invadem os tecidos infectados com efeitos sinérgicos (Kimati, H. *et al.*, 2005).

O uso de estacas contaminadas na plantação é responsável, pela manutenção do patógeno de um ano para o outro, e pela disseminação de uma área para outra. A bactéria pode ser disseminada entre as plantas através das gotas de água da chuva associadas a ventos fortes e a ferramentas contaminadas. O patógeno pode ter como hospedeiro muitas plantas infestantes, o que no caso de Angola tem especial relevância. A Podridão mole, doença que ocorre em regiões com excesso de humidade do solo, pode estar ligada à presença de fungos pertencentes ao género *Phytophthora spp.*, que atacam plantas jovens e adultas. Os primeiros sintomas observados traduzem-se por amarelecimento, murcha e queda de folhas. A morte descendente das hastes também pode ser observada na parte aérea, como sintoma secundário. No princípio do ataque, os sintomas são localizados em algumas partes da raiz e com o tempo generaliza-se, tornando-a mole com odor desagradável e escurecimento dos tecidos afectados.

A podridão de raízes é mais frequente em solos argilosos mal drenados e compactados, sujeitos a encharcamentos ou em solos mistos durante o período de chuvas, mas pode também ocorrer em solos arenosos. A doença pode reaparecer nas mesmas áreas nos anos seguintes, já que os patógenos podem permanecer no solo por longos períodos.

A ocorrência da antracnose é favorecida quando a humidade relativa do ar é elevada e as temperaturas permanecem entre 18 e 23°C. Nessas condições a doença desenvolve-se rapidamente nas folhas, pecíolos e hastes, provocando cancrs profundos, desfolha intensa e morte dos ponteiros. Pode também atacar as estacas armazenadas, principalmente em ambientes muito húmidos, causando falhas na rebentação das estacas e ainda favorecer a contaminação por outras doenças de solo;

Existem dois tipos de antracnose, a branda e a severa. A forma branda ataca no final do ciclo da cultura e é causada por estirpes mais fracas do patógeno. A forma severa, causada por estirpes mais agressivas, provoca danos maiores, principalmente se a infecção se caracterizar nos primeiros 4 meses de cultivo. Variedades susceptíveis infectadas na fase jovem são severamente afectadas, podendo ocorrer morte da planta, (Kimati, H. *et al.*, 2005).

A Cercosporiose, ou mancha parda da folha, ocorre com frequência na cultura. O prejuízo causado pela doença tem como consequência a perda da área fotossintética. Nas variedades susceptíveis a doença causa danos da ordem dos 20% da produção.

A Ferrugem, manifesta-se de maneira similar a outras culturas. Na mandioca a doença ataca principalmente tecidos jovens, caracterizada pelo aparecimento de pústulas de coloração alaranjada a castanho claro na face inferior das folhas, pecíolo e caule, podendo mesmo atacar os frutos. As folhas e ramos afectados podem sofrer deformações, causadas pela multiplicação exagerada de células infectadas. Embora os conhecimentos sobre a epidemiologia da doença sejam escassos, sabe-se que está associada a temperaturas amenas entre 18 e 23°C. Os maiores problemas ocorrem quando a doença aparece em associação com a antracnose.

Das viroses inventariadas em Angola, a ACMV ou MVMA (Mosaico da Mandioca Africana) é a mais importante pois encontra-se disseminado em todas as regiões de cultivo.

Desde que a virose da mandioca foi descrita pela primeira vez, devido a ausência de qualquer agente patogénico visível, assumiu-se que o agente causador era um vírus. Este ponto de vista era consistente com os resultados dos primeiros estudos que indicavam que o vector da doença era a mosca branca. Contudo, nunca tinha, até então, sido obtida prova de etiologia viral senão nos anos 70 e 80, quando foram purificados e caracterizados, em inoculações de seiva de hospedeiros herbáceos, estirpes de vírus. Depois de alguma incerteza inicial foi demonstrado que estas estirpes causavam a virose da mandioca. Recorrendo aos postulados de Koch foram identificadas várias estirpes em África e Índia do grupo geminivírus e entre elas o vírus do mosaico da mandioca. Estudos subsequentes levaram ao reconhecimento de várias viroses, como o vírus do mosaico africano da mandioca (ACMV), vírus do mosaico da África Oriental da mandioca (EACMV), vírus do mosaico Indiano da mandioca (ICMV) e o vírus do mosaico Sul-africano da mandioca (SACMV), (Thresh, J. M., *et al.*, 1994).

A metodologia básica para controlar o vírus do mosaico da mandioca recorre à selecção das estacas de propagação a partir da planta mãe sem sintomas. Esta metodologia raramente é utilizada ao nível da agricultura familiar em Angola, talvez por falta de divulgação ou mesmo por escassez de material de plantação na altura de cultivo e também porque, a fase da colheita não coincide com a da plantação. A selecção é mais fácil e pode ser muito efectiva se a planta mãe estiver a desenvolver-se vigorosamente e sem mostrar sintomas de infecção. Porém podem ocorrer dificuldades quando as plantas são resistentes e apresentam sintomas pouco evidentes, ou quando as folhas caem ou são danificadas, depois de um período de seca ou ataque de pragas, (Thresh, J. M., *et al.*, 1994).

São utilizados poucos insecticidas para controlar a mosca branca, que é o vector da doença. O uso de insecticidas para combater o vector torna-se uma actividade muito arriscada pelo uso intensivo das folhas para alimentação humana em África. Alternativamente de uma forma sustentável pode-se recorrer a outros métodos de controlo tais como, consociações, disponibilidade de plantas saudáveis e resistentes ou

a manipulação da época de sementeira para reduzirem o risco de infecção. (Thresh, J. M., *et al.*, 1994).

Há muito tempo que foi reconhecido que algumas variedades são resistentes ao CsVMV e revelam pouco ou nenhum dano quando infectadas. Tais variedades foram amplamente utilizadas como testemunha em ensaios. Contudo nem sempre estão disponíveis ou não têm todas as características que os camponeses precisam. Isto explica o facto de as variedades susceptíveis ainda hoje serem largamente cultivadas, especialmente nas áreas onde a virose não prevalece ou não constitui um problema sério, não havendo razões para adoptar as variedades resistentes ao vírus, (Thresh, J. M., *et al.*, 1994).

2.2 Agro-ecologia e Agro-ecossistemas

A abordagem agro-ecológica propõe mudanças profundas nos sistemas e nas formas de produção. Na base dessa mudança está a filosofia de se produzir de acordo com as leis e as dinâmicas que regem os ecossistemas – uma produção com e não contra a natureza. Propõe-se, portanto, novas formas de apropriação dos recursos naturais, que se devem materializar em estratégias e tecnologias condizentes com a filosofia-base, (Schneider *et al.*, 2004). No sentido mais estrito, a agro-ecologia pode ser vista como uma abordagem da agricultura que se baseia nas dinâmicas da natureza.

Um agro-ecossistema, pode ser entendido como uma unidade de trabalho no caso de sistemas agrícolas, diferindo fundamentalmente dos ecossistemas naturais por ser regulado pela intervenção humana na busca de um determinado propósito. Os agro-ecossistemas possuem quatro propriedades (produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade) que avaliam se os objectivos do sistema, que consistem no aumento do bem-estar económico e dos valores sociais dos produtores, estão a ser alcançados, (Hart, 1980).

Frasson, (1990), afirma que a agricultura, sob a justificação da necessidade de maximizar a produção de alimentos para a população, tem deixado em segundo plano cuidados básicos e necessários para a conservação do ambiente, o que não acontece hoje.

Várias abordagens têm sido formuladas visando o manejo de ecossistemas sob condições de “stress” natural, principalmente decorrente das actividades antrópicas, (Risser, 1985).

A importância do ambiente para a sobrevivência do ser humano ganha actualmente cada vez mais espaço através da apropriação de modelos ditos sustentáveis. No caso da agro-pecuária, por sustentabilidade entende-se, o uso racional dos recursos

naturais para a produção de alimentos e bem-estar social garantindo a sua continuidade ao longo do tempo, (Silva, 2007).

A conversão de sistemas agrícolas convencionais para agro-ecológicos, embora a sua adopção esteja num período favorável, depara-se com algumas barreiras. As diferentes formas de utilização do solo devem compreender metas de desenvolvimento ecologicamente adequadas, onde as questões mais significativas quanto a sustentabilidade, englobem os componentes dos ecossistemas e/ou agro-ecossistemas, sujeitando-se a metas de desenvolvimento sustentável, (Santos *et al*, 2000).

A base da agro-ecologia é o conceito de ecossistema, que se define como um sistema funcional de relações complementares entre organismos vivos e o seu ambiente, demarcados por limites ambientais aleatórios que no espaço e no tempo pretendem manter um equilíbrio estável e dinâmico. A sustentabilidade, como conceito emergente e integrante da agro-ecologia, está baseada nos conhecimentos dos ecossistemas naturais e agro-ecossistema tradicionais, (Gliessman, 2003); (Paulus, 2004).

Quando se estende o conceito de ecossistema para a agricultura, consideram-se os sistemas agrícolas como agro-ecossistemas. Muitas vezes os agro-ecossistemas tornam-se mais difíceis de estudar quando comparados, com os sistemas naturais, porque a ação humana no meio complica a estrutura e a função normal do ecossistema. Assim, forma-se um agro-ecossistema quando a actividade humana, através da alteração de determinado ecossistema, visa a produção agrícola. A agricultura é mais uma actividade económica desenhada para a produção de uma cultura. Actualmente considera-se como um sistema muito mais abrangente, com muitas partes interactuantes, incluindo os componentes ambientais, económicos e sociais, (Gliessman, 2003).

A diversidade de espécies em agro-ecossistemas possibilita maior resistência a perturbações, assegurando a sua existência e permanência no meio. A garantia de estabilidade de um sistema não está na sua imutabilidade mas na sua dinâmica altamente flutuante, que permite a recuperação do ambiente em função de determinada perturbação, (Gliessman, 2003).

Os ecossistemas naturais, servem de referência para se entender as bases da sua sustentabilidade. Como exemplo, temos os agro-ecossistemas que através da sua relação com o meio ambiente, dão provas de evolução através do retorno em nutrientes que proporcionam ao meio ao longo do tempo, através de processos que equilibram as suas necessidades (ecológicas, tecnológicas ou socioeconómicas), (Gliessman, 2003).

Os ecossistemas naturais são fruto de um longo período de evolução, com uso de recursos locais e adaptadas às condições ecológicas locais. Quanto maior a similaridade estrutural e funcional entre um agro-ecossistema e um ecossistema natural, maior será a probabilidade do agro-ecossistema se tornar sustentável, (Gliessman, 2003).

Muitos agro-ecossistemas convencionais modernos, têm degradado severamente as suas bases ecológicas, na medida em que a optimização da produção de alimentos se baseia em factores sócio – económicos; no entanto, muitos agro-ecossistemas tradicionais também são exemplos da aplicação dos conceitos ecológicos e ambientais. Na América Latina a consociação está bem difundida, onde os resultados são satisfatórios, com rendimentos elevados, estando associados a isto as interacções entre os componentes do agro-ecossistema.

2.3 Os Sistemas de Produção

Segundo Smaling et al. (1997), a fertilidade do solo em África é um dos factores mais limitantes para a produção agrícola. Grande parte dos agentes agrícolas aponta também como responsável pelas baixas produções da agricultura familiar, a baixa fertilidade dos solos. Este problema é referenciado em muitos projectos de desenvolvimento agrícola de Organizações Governamentais e não-Governamentais (NGO's).

A Integrated Soil Fertility Management (ISFM) apresentou um paradigma que foi adoptado pelo Science Community Dealing e a Tropical Fertility Management, onde definiu que o desenvolvimento é adaptável a práticas de manejo sustentável do solo e integra acções biológicas, químicas, físicas, culturais e económicas. Estas acções, no seu conjunto, regulam a fertilidade do solo, de acordo com CIAT, (2001). A Technically ISFM, advoga a utilização de recursos locais disponíveis e Vanlauwe (2005), refere a combinação de recursos orgânicos e fertilizantes para o uso eficiente dos dois “inputs”

Smaling, Stoorvager e colegas apresentaram em princípio de 1990 um documento corroborado por Stoorvager and Smaling, (1990), Smaling *et al.* (1993) e Stoorvager *et al.* (1993), onde manifestavam a necessidade de se prestar maior atenção aos sistemas de produção em África. Este estudo, de grande importância, teve muita influência e chamou atenção para o problema da fertilidade dos solos nesta região, na interpretação e medição do balanço nutricional.

Com recursos limitados na maioria das empresas familiares, o balanço nutricional em África é negativo, embora em algumas se apresente muito positivo normalmente pela incorporação de nutrientes de outras origens, (Scooner, 2001); (Tittone *et al.*; 2003).

O recurso ao manejo de parcelas utilizando mais recursos orgânicos combinando com fertilizantes minerais, dá origem a boas produções e a uma redução substancial dos custos. Alguns autores referem que as baixas produções agrícolas em África, devem-se à falta de uso de fertilizantes pelas empresas familiares, devido ao seu elevado preço, o que na nossa opinião se trata de uma maneira simplista de abordar a questão. Vários estudos de sistemas da agricultura familiar em África revelam que a fertilização é usada em algumas culturas por algumas empresas, especialmente em culturas comerciais, (Mapfumo and Giller, 2001); (Tittone, 2003). Em alguns casos, as investigações revelam que, existe uma larga proporção de empresas familiares que utilizam a fertilização mas, em quantidades limitadas. Resultados de um inquérito realizado a 200 empresas familiares em duas vilas do norte savânico da Nigéria, revelaram que mais de 90% das empresas familiares utilizam fertilizantes, mas cerca de 81% aplicam doses abaixo do recomendado, (120 Kg de N/ha), devido ao seu preço elevado, falta de subsídios e ineficiente sistema de mercado, (Manyong et al.; 2001). Estudos de custos e benefícios utilizando fertilizantes, realizados pela FAO, apresentaram como resultado um ganho de produção de 750 Kg/ha de milho com a utilização de um composto NPK, (FAO, 1989).

Os recursos orgânicos não são substituídos pelos fertilizantes minerais. Cada um tem diferentes funções e é por este facto que na definição, o termo fertilizante aplica-se ao material que contém no mínimo 5% de um ou mais dos três nutrientes principais em forma disponível, (Dudal, 2002), excluindo os demais recursos orgânicos.

O resultado da fertilização mineral depende em grande medida da sua correta aplicação, condições favoráveis do solo quanto ao pH, conteúdo em recursos orgânicos que condiciona toda a actividade microbiana e faunística, mediando o processo de formação de solo, originando no final solos orgânicos. A disponibilidade de recursos orgânicos é limitada em muitas áreas, contudo existem sistemas de produção capazes de produzirem alguma matéria orgânica. A introdução de novos sistemas de produção pode criar problemas de adoptabilidade e adaptabilidade dos conhecimentos tecnológicos, especialmente quando a cultura acompanhante não é colhida como produto comercial ou alimentar. Contudo, podem ser obtidas quantidades significativas de matéria orgânica dos sistemas de produção, através de campos comunitários.

Embora existam potencialidades de produção e incorporação de quantidades significativas de matéria orgânica produzida “in situ”, tal facto ainda não está bem difundido ao nível das empresas familiares. O sistema de corte, transporte e enterramento que envolve a transferência dos nutrientes de uma área para outra, necessitam da determinação do tempo que aguenta a vegetação removida depois do corte, e em especial da necessidade de se ter um conhecimento das características do

solo a melhorar e de plantas que tenham uma produção de biomassa, rapidamente e de boa qualidade.

Mesmo assim estes sistemas, onde se utilizam “inputs” externos, ficam um tanto fora do manejo sustentável da fertilidade do solo, porque incluem gastos com o transporte além de outras questões de logística.

Outra questão tem a ver com a sucessão de vegetação que ocorre depois da remoção das culturas. É possível introduzir de imediato outra cultura depois do corte e do transporte.

Para a utilização de uma determinada espécie num esquema de rotação de culturas, é necessário a realização prévia de ensaios comparativos para determinar as vantagens e os inconvenientes no uso dos “inputs” orgânicos e os minerais, (Palme *at al.*, 2001).

Segundo Vanlauwe *at al.* (2005), nos recursos orgânicos encontram-se teores de azoto relativamente baixos, polifenóis solúveis e elevados teores de lenhina. O que se pretende é saber se o alvo do “input” coincide com as necessidades da cultura em nutrientes, e, é interessante notar que, certos recursos orgânicos geralmente imobilizam o azoto durante longos períodos de tempo, e sob condições controladas produzem impactos positivos em plantas cultivadas.

É de realçar que a nível da agricultura familiar é fácil encontrar recursos orgânicos em cereais ou em materiais de média ou baixa qualidade, regra geral pobres em fósforo, o que indica a necessidade de suplemento nutricional de fertilizantes.

Segundo Giller, (2001), os resíduos dos cereais, nomeadamente da cultura do milho, utilizados em muitos sistemas de produção familiar são pobres em Azoto, pelo que é necessário a incorporação de grandes quantidades destes. Na realidade angolana, as regiões com potencialidades para produção de mandioca e com tradição para esta cultura são as que menos fertilizantes utilizam, devido a factores, que muitos autores apontam, como por exemplo o preço, mas também por deficiente divulgação do seu uso e importância. O uso intensivo do fertilizante é mais importante na região sul, considerada como essencialmente de produção de cereais, em especial milho, em que, dada a pobreza e degradação do solo pelo uso excessivo e dos factores climáticos, as produções dependem em grande medida deste factor de produção.

A fixação biológica pode contribuir com mais de 300 Kg de Azoto/ha numa só época de cultivo de leguminosas para grão ou massa verde para incorporação. Segundo Giller, (2001), em casos excepcionais algumas leguminosas arbóreas conseguem atingir os 600Kg/ha. Segundo Sanchez, (2002), a melhoria da produção do milho, o principal cereal, tem merecido a atenção de alguns investigadores e extensionistas em África e inclusive práticas como incorporação de leguminosas e rotações melhoradas têm sido utilizadas. O cultivo de algumas variedades de leguminosas de semente como o Feijão

Macunde (*Vigna unguiculata* L. Walp.) e a Soja (*Glycine max* (L.) Merr.)) em sistemas multiuso, proporcionam razoáveis produções de semente, (Mpepercki *et al.*, 2000); (Sanginga *et al.* ; 2001).

O paradigma correntemente aceite sobre a fertilidade do solo é sem dúvida o seu manejo integral (ISFM), advogando o máximo uso de recursos locais disponíveis e a combinação com a aplicação de matéria orgânica e mineral de uma maneira económica e socialmente aceitável, (Vanlauwe, 2005).

2.3.1 Sustentabilidade dos Sistemas de Produção

Qualquer definição de agricultura sustentável, deve incluir o exame do sistema de produção como um agro-ecossistema, pois a sua origem decorre das acções antrópicas sobre o ecossistema natural, tendo por objectivo a utilização do meio ambiente de forma sustentada, visando a obtenção de plantas ou animais para consumo imediato ou para transformação. Porém, a actividade agrícola convencional recorreu a processos e práticas contrárias a essa afirmação, priorizando a monocultura e, com isso, em alguns casos transforma-se em agente causador de degradação do meio ambiente, (Pinazza, 1994), (Paulus, 2004).

Os custos ecológicos e sociais são difíceis de estimar em consequência da ocupação e do uso desordenado do meio agrícola (agro-ecossistemas), onde o manejo irracional dos recursos aplicados na agricultura aumentou os custos de produção e paralelamente, os custos para a recuperação do ambiente em questão. A manutenção da produtividade está directamente relacionada como o bom manejo dos componentes ambientais, e onde sua disponibilidade responderá proporcionalmente aos conhecimentos e tecnologias a que se recorre. A importância económica dos recursos naturais vai além da sua relação com a produtividade agrícola, pois também cabe compreender os problemas de degradação ambiental presente no meio, bem como as formas de revisão do processo. Diante dessa realidade, a adopção de práticas agro-ecológicas, visando uma agricultura sustentável, permitem o uso racional do agro-ecossistema para a produção de alimentos, através da criação e aplicação de tecnologias específicas, (Bonilha, 1992)

Para manter a continuidade de unidades de produção orgânica, a geração e a adaptação de conhecimentos tecnológicos deverão ser dinâmicas, de tal modo que permitam a sustentabilidade do sistema.

No caso de Angola, a mandioca como cultura em expansão e apesar de permanecer longo tempo no solo, entre 14 a 24 meses, tem uma multiplicidade de usos e pode ser enquadrada num esquema de manejo sustentável, com vista à melhoria da eficiência dos sistemas de produção.

2.3.2 Consociação de Culturas

Dadas às características e práticas culturais, incipientes de certas zonas da região tropical, nomeadamente em Angola, cada vez mais se torna evidente recomendar a utilização de sistemas de consociação de culturas envolvendo o cultivo simultâneo de duas ou mais espécies que, em certos casos, oferecem vantagens sobre a monocultura. O propósito é a minimização dos riscos decorrentes de condições climatológicas e das tendências económicas do mercado. Além disso, o sistema de consociação, ao recorrer a diferentes culturas e aptidões diversas pode propiciar também a optimização da força de trabalho disponível, maiores colheitas e, conseqüentemente, maior rentabilidade ao pequeno agricultor ou na agricultura familiar, reduzindo o factor sazonalidade, pois as culturas não são sempre semeadas necessariamente na mesma ocasião, e as épocas de colheita podem ser bastante diferentes. Se por um lado técnicas modernas, como as utilizadas em programas de melhoramento genético, têm apresentado resultados compensadores, por outro lado, técnicas muitas vezes consideradas obsoletas ainda possuem importância no meio agrícola e, neste sentido, a consociação de culturas tem demonstrado a sua eficiência ao longo da história. Prova disto, é a sua persistência ao longo dos tempos, bem como a sua utilização actual, sendo responsável pela grande maioria dos alimentos produzidos em África e na América Latina, (Altieri, 1994).

A consociação de culturas, também chamada de policultura, tem a sua utilização difundida principalmente entre pequenos e médios agricultores que objectivam procurar alternativa na diversificação de produtos, ou seja, a produção do seu próprio alimento, e que em caso de excedente de produção, destinam-na à venda. Compreende um sistema que necessita de bastante mão-de-obra, especialmente para a fase de plantação e colheita. Na maioria dos casos, a mão-de-obra é familiar, o que se torna vantajoso quanto à questão económica. Além disso, a utilização de mão-de-obra familiar, revela-se um importante instrumento de difusão dos sistemas de consociação, bem como das suas peculiaridades de manejo, para as futuras gerações, desempenhando desta forma um importante papel social.

A consociação promove maior aproveitamento do solo pelo agricultor que, ao optimizar uma mesma área, acaba por aumentar a eficiência da terra, pois produzirá maior quantidade de biomassa, quando comparado com a monocultura, promovendo vantagens quanto à utilização de “inputs” que acarretariam aumento nos custos de produção. Lisita (2005), afirma que a eficiência na utilização do solo é o factor de maior importância para agricultores que necessitam extrair o máximo de pequenas áreas, e também que a agricultura familiar, se se considerar no âmbito nacional, corresponde a cerca de 60% dos alimentos consumidos pela população brasileira. Do conhecimento que temos de Angola, a agricultura familiar fornece cerca de 90% dos alimentos

considerados básicos. Daí a importância de se estudar a possibilidade de se utilizar estes sistemas de agricultura.

No sistema de consociação, espera-se maior retorno económico, uma vez que por meio do acréscimo de “inputs” e mão-de-obra local, o pequeno produtor consegue ganhos de produtividade que acabam por se traduzir em benefícios económicos, (Porte e Silva, 1996).

Em culturas consociadas, pode haver competição para certos factores, de que são exemplo os nutrientes, água, luz, etc. Assim, um sistema de consociação poderá ter mais sucesso tendo em conta alguns factores como a diferença de ciclo entre as culturas a serem consociadas, (Willey, 1979). Segundo Silva (1997), a luz torna-se um dos principais factores limitantes nos sistemas de consociação. Importa ressaltar também que devido a condições edafoclimáticas, em alguns casos específicas de certas regiões, as culturas a serem implantadas devem ser compatíveis, minimizando potenciais interferências competitivas.

Quanto aos factores de competição intraespecíficos e interespecíficos, estes podem ser contornados evitando densidades exageradas, plantando as espécies de acordo com as densidades recomendadas e escolhendo as que não competem simultaneamente pelos mesmos recursos, (Gliessman, 2003).

Muondo *et al*, (2005) num estudo sobre os Sistemas de Produção de mandioca em duas zonas agrícolas de Angola, chegou à conclusão de que, alguns sistemas de produção utilizados no meio rural não favorecem o aumento da produtividade mesmo utilizando variedades potencialmente produtivas. Consociações como mandioca/batata-doce, mandioca/ milho e ainda mandioca/milho/batata-doce/inhame e o cultivo consecutivo nas mesmas parcelas, aumentam a concorrência entre factores de crescimento e aceleram o empobrecimento do solo.

Segundo Melo *et al*. (2005), o aperfeiçoamento dos sistemas de produção e a utilização de técnicas como o uso de culturas intercalares, variedades melhoradas e bem adaptadas, seleccionadas quanto a resistências as pragas e doenças, podem melhorar o desempenho dos sistemas produtivos, evitando-se até o desmatamento de novas áreas.

A mandioca em Angola é cultivada principalmente nas empresas familiares em áreas que variam entre 0,5 a 3 hectares por empresa.

Os sistemas de cultivo variam em função das condições edafoclimáticas da região. Dadas as diferenças edafoclimáticas, os sistemas de cultivo da mandioca diferem nas duas regiões principais:

- Região Semi-árida que corresponde ao litoral, com precipitações até 600 mm/ano. Regra geral, o terreno é armado em montículos, com uma ou duas

estacas colocadas no sentido oblíquo. Os montículos são largos e podem ter um diâmetro entre 0,60 a 0,70 m, distanciados de 1 a 1,2 m. Este sistema apresenta como vantagem a maior capacidade de retenção da humidade no solo e como desvantagem o desperdício do solo para variedades de mandioca que ramificam pouco. A mandioca aparece como cultura extreme ou consociada com fruteiras como o Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) ou Mangueira (*Mangifera indica* L.), salvo nas margens dos rios, onde se cultiva a mandioca de vazante a partir de Maio. Neste caso, cultiva-se em camalhão, montículo ou mesmo à rasa, consociada com Milho (*Zea mays* L.), Feijão Macunde (*Vigna unguiculata* L.), Feijão Vulgar (*Phaseolus vulgaris* L.), e Amendoim (*Arachis hypogaea* L.).

- Na região Norte, devido às elevadas precipitações anuais, entre 800 e 200 mm e em certos casos superiores, o terreno é armado em camalhões e raramente à rasa, salvo em solos soltos (franco-arenosos). No terreno em camalhão o método de plantação mais utilizado é o de estaca no sentido oblíquo em linhas duplas ou simples, com compasso nem sempre uniforme, dependendo da dimensão do camalhão que geralmente é largo variando entre 60 e 100 cm de largura. Nesta região cultiva-se a mandioca como cultura extreme e consociada, diferenciando-se as consociações nas savanas e florestas. Nas florestas é frequente intercalar Mandioca, Banana, Café, Inhame e Batata-doce e, na savana, aparece extreme ou consociada com Milho, Inhame e Batata-doce na plantação de Outubro a Dezembro, e, na de Fevereiro a Março combinações de Mandioca com Feijão Vulgar ou Mandioca com Feijão Macunde. O Amendoim pode consociar-se com a mandioca nas duas épocas (semeada em simultâneo com a plantação ou mesmo dois meses depois da plantação). Os sistemas de cultivo da região Leste e Centro não diferem muito dos utilizados no Norte nas regiões de savana.

Outras questões agronómicas, relacionadas com a cultura, referem-se à pouca rotação de culturas, reduzidos pousios dos solos, uso de material de propagação e variedades porventura já com problemas graves fitossanitários, assim como o não cumprimento da oportunidade das sacha.

2.3.3 Os sistemas Agro-florestais (SAF)

Os sistemas agro-florestais podem ser definidos como sendo a modalidade de uso integrado da terra para fins de produção florestal, agrícola e pecuária, (Dubois, 1996); (Santos, 2000). Os aspectos principais dos sistemas agro-florestais estão na presença deliberada de componentes florestais para fins de produção, protecção ou visando ambas as situações simultaneamente, (Passos e Couto, 1997).

São considerados opções agro-ecológicas do uso do solo e apresentam vantagens que, em geral, superam as desvantagens, no que se refere aos principais componentes da sustentabilidade, ou seja, o económico, o social e o ambiental, (Daniel *et al.*, (1999a).

Várias definições podem ser utilizadas para descrever e qualificar os SAF, contudo a mais difundida é a apresentada por Nair (1984), citada e modificada por Daniel *et al.* (1999a), em que "Sistemas agro-florestais são formas de uso da terra que envolvem deliberada retenção, introdução, ou mistura de árvores ou outras plantas lenhosas nos campos de produção agrícola/animal, visando obter benefícios resultantes das interacções económicas, ecológicas e sociais". Como resultado das interacções ecológicas e económicas entre os diferentes componentes, estes são sistemas estruturais e funcionalmente mais complexos do que as monoculturas, (Dantas, 1994).

Desta forma, constituem-se em modalidade viável de uso do solo, segundo o princípio do rendimento sustentado, que permite aumentar a produção total ou de uma maneira escalonada, por meio da integração de florestas com culturas agrícolas e (ou) produção animal, aplicando práticas de manejo compatíveis com os padrões culturais da população local, (Macedo, 2000a). Segundo o mesmo autor, num SAF, pelo menos um dos componentes envolvidos é lenhoso e perene, podendo ser árvores, arbustos, palmeiras ou bambus.

Em comparação com os sistemas convencionais, o agro-florestal e/ou agro-silvícola tem como objectivo principal permitir maior diversidade e sustentabilidade.

Os SAF constituem uma opção interessante e viável para a oferta simultânea de madeira, alimentos e outros bens, podendo ser implantados ou utilizados em solos já ocupados com sistema de monocultura, seja agrícola ou florestal. Para o produtor ou empresário florestal, as principais vantagens serão a redução do custo de implantação e de manutenção inicial de seus povoamentos, mediante a receita produzida pela cultura intercalar, e, para os agricultores e produtores de animais, a garantia de condições ambientais mais adequadas para suas lavouras ou animais e um suprimento adicional de madeira, para uso próprio ou para comércio. Outrossim, a plantação de árvores em lavouras e pastagens constitui uma forma de reposição, embora pequena, da cobertura florestal destruída pelo avanço da fronteira agrícola. Desta forma, os SAF constituem-se numa alternativa interessante de uso do solo, embora sejam escassos

os conhecimentos sobre a utilização actual e potencial, o que tem dificultado a sua difusão pela extensão rural e pelas cooperativas existentes, (Medrado, 2000).

Ressalta a necessidade de conciliar as questões económicas da moderna agricultura, com as questões sociais e ambientais. Os SAF constituem opção objetiva para melhorar e conservar os recursos produtivos, com aumento da oferta de madeira, alimentos e de outros bens e serviços, de forma sequencial ou simultânea na mesma unidade de área, (Montoya; Mazuchowski, 1994).

Não obstante ser uma prática antiga de uso do solo, o seu estudo como ciência é relativamente recente. No Brasil os estudos iniciais datam de 1980, (Montoya; Mazuchowski, 1994). De acordo com Lunz e Melo, (1998), a presença de uma componente arbórea, a diversidade de espécies e a grande produção de biomassa favorecem sua sustentabilidade pela reciclagem directa de nutrientes entre a vegetação e o solo. Esses autores salientam também que, se bem planeados, os SAF podem apresentar, entre outras, as vantagens de melhor utilização dos recursos naturais disponíveis (luz, água e nutrientes), menor incidência de pragas e doenças, maior diversificação da produção, diminuição dos riscos económicos, melhor distribuição temporal do uso da mão-de-obra familiar e maior estabilidade.

O sucesso dos SAF depende da escolha correta de seus componentes. Neste aspecto, em relação ao componente arbóreo, devem ser considerados os atributos silvo-culturais e a função de serviço desempenhada pelo mesmo, (Macedo *et al.*, 2000a e 2000b):

- Os níveis de competição promovidos com os demais componentes;
- A possibilidade de usos múltiplos (lenha, carvão, madeira, frutos, entre outros);
- A adaptação às condições edafoclimáticas específicas;
- O ritmo de crescimento e a capacidade de rebentação;
- A baixa exigência nutricional, baixa susceptibilidade a pragas e doenças;
- Serem economicamente rentáveis;
- Ausência de efeitos alelopáticos;
- A possibilidade de produções diferenciadas, de forma a garantir absorção de mão-de-obra e receitas ao produtor nas várias épocas do ano.

Teoricamente desejam-se espécies arbóreas capazes de acumular e libertar nutrientes para as culturas a elas associadas, mediante a adição de quantidades significativas de matéria orgânica, a fixação de nitrogénio atmosférico, a acumulação de nutrientes com possibilidades de devolvê-los ao solo por meio de reciclagem e a amenização da temperatura do solo, (Dantas, 1994); (Macedo, 1992); (Daniel *et al.*, 1999a).

Do ponto de vista ecológico, a coexistência de mais de uma espécie numa mesma área pode ser justificada em termos de ecologia de comunidades. Desde que as espécies

envolvidas ocupem nichos diferentes, para que seja mínimo o nível de interferência, tais espécies podem coexistir, (Budwiski, 1997).

Actualmente, os sistemas agro-florestais são vistos como alternativa promissora para propriedades rurais dos países em desenvolvimento. Pela integração da floresta e culturas agrícolas e com a pecuária, estes sistemas oferecem uma alternativa quanto aos problemas de baixa produtividade, de escassez de alimentos e da degradação ambiental generalizada, (Almeida *et al.*, 1995); (Santos, 2000).

Budowski (1997) comenta que os sistemas agro-florestais diferem da silvicultura convencional, na medida em que podem apresentar múltiplas funções como: espécies forrageiras, espécies fixadoras de nitrogénio, espécies que possuem sistema radicular profundo para diminuir a competição com as culturas agrícolas nas camadas mais superficiais do solo, espécies cuja copa seja adequada para a protecção do solo, etc.

Os sistemas de cultivos múltiplos ou policultivos, com culturas anuais e fruteiras ou agro-florestais e agro-silvopastoris, têm sido amplamente utilizados nas regiões tropicais, pelos pequenos produtores. A difusão desses sistemas tem como base as vantagens apresentadas em relação à monocultura, como sejam o de promover maior estabilidade da produção, melhorar a utilização da terra, melhorar a exploração de água e nutrientes, melhorar a utilização da força de trabalho, aumentar a eficiência no controle de infestantes, aumentar a protecção do solo contra erosão e disponibilizar mais de uma fonte alimentar e de rendimento. Nesse contexto, a mandioca ao apresentar variedades com hábito de crescimento erecto e vigor de folhagem médio, reúne características ideais para intercalar-se com outras culturas, principalmente as anuais. A plantação de culturas associadas nesses policultivos, numa mesma área, deve ser feita procurando distribuir o espaço da lavoura o mais convenientemente possível, buscando uma baixa competição entre plantas para factores de produção como luz, água e nutrientes. Essa distribuição das linhas de plantação dependerá das características agronómicas de cada uma das culturas envolvidas na consociação, especialmente o ciclo vegetativo, as épocas de cultivo distintas e o porte das plantas, (EMBRAPA, 2003).

2.4 As Culturas Intercalares

A história das culturas intercalares tem suas raízes no Sudeste Asiático.

No início do século XIX, foi desenvolvido pelos britânicos, na Birmânia, o Sistema Taungya de gestão florestal. Como moeda de troca para cuidar das plantações de teca, os proprietários deram a oportunidade aos agricultores mais pobres para cultivarem as suas culturas alimentares entre as suas árvores.

No começo, e durante as muitas décadas que se seguiram, até mesmo em meados da década de 1900, o Sistema Taungya e outras variantes de culturas intercalares foram entendidos como um meio barato de estabelecer florestas. No entanto, no início da década de 1960, alguns proprietários, com mais visão, começaram a falar dos benefícios da cultura de árvores e culturas alimentares em conjunto, para enfrentar a fome e a degradação ecológica em muitas partes do Mundo.

Então a FAO (1976) decidiu concentrar a sua atenção no desenvolvimento da gestão das florestas dadas as interações benéficas descritas pelos investigadores no que se refere ao uso de culturas florestais e alimentares num sistema único de produção.

Em combinação com outros acontecimentos muito significativos, como a criação do Conselho Internacional para Investigação Agro-florestal em Nairobi no Quênia, teve então início um movimento para o estudo e adopção de práticas relacionadas com culturas intercalares. Os desenvolvimentos foram especialmente visíveis nos trópicos, em zonas onde o solo cultivável é escasso, passando então a ser utilizado para atender às várias necessidades, principalmente das populações mais desfavorecidas.

Podemos definir culturas intercalares como um sistema em que são semeadas ou plantadas outras culturas nas entrelinhas ou entre as faixas da cultura principal com o objectivo de cobertura do solo, melhoria das suas propriedades biológicas, físicas e químicas nomeadamente a fertilidade, controlo de pragas e doenças e de infestantes. Para uma espécie poder ser utilizada como cultura intercalar deve reunir certos requisitos tais como:

- Ser de crescimento rápido;
- Ter capacidade de cobertura do solo;
- Ter poder fertilizante;
- Não concorrer com a cultura principal quanto a disponibilidade de nutrientes, água e luz.

As culturas intercalares assim desempenham um papel importante na agricultura, contribuindo significativamente para a redução dos efeitos erosivos, na defesa do meio ambiente, no estímulo à actividade microbiana do solo e em muitos casos na diminuição dos problemas de segurança alimentar.

Dentro das alternativas económicas e ambientais para a gestão sustentada de nutrientes e melhoria das condições do solo envolvendo a produção de mandioca, nomeadamente recorrendo a leguminosas como culturas intercalares, a adubação verde ocupa lugar de destaque. Reconhece-se o seu papel positivo sobre os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, como também na dinâmica de pragas, doenças e plantas infestantes e, ainda, a sua função no manejo e conservação de solo, na recuperação e/ou manutenção da fertilidade e no potencial produtivo.

A adubação verde, com recurso a leguminosas, pode ser utilizada em cultivo simples ou em consociação com a mandioca e outras culturas, como o milho.

O cultivo intercalar possibilita que ambas as culturas sejam cultivadas num mesmo ano agrícola. Neste sistema, ainda é possível controlar o crescimento da leguminosa com cortes planificados, com o objectivo de minimizar a competição da cultura intercalar com a cultura principal pela luz, o que poderia influenciar de uma maneira negativa no rendimento.

Entre os efeitos da adubação verde sobre a fertilidade do solo estão o aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes, a maior capacidade de troca catiónica efectiva do solo, o favorecimento da produção de ácidos orgânicos, de fundamental importância para a solubilização de minerais, a diminuição dos teores de Alumínio de troca, através de sua complexação, e o aumento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis, que estejam nas camadas mais profundas do perfil, (Calegari et al., 1993).

Na escolha do adubo verde, é preciso estar atento ao facto de que as condições pedoclimáticas interferirem de modo diferente sobre o rendimento das espécies.

Para uma mesma condição de solo, baixa fertilidade por exemplo, o diferencial na produtividade entre duas espécies pode ser devido à maior capacidade de uma delas em captar nutrientes que estejam numa condição menos disponível às plantas. O caso do fósforo é clássico. Algumas espécies, devido à exsudação de determinados ácidos, como o psídico, favorecem a absorção desse nutriente. Nessa condição, o fósforo, que anteriormente não estava numa forma assimilável, passa para uma forma mais disponível e pode ser absorvido por essas plantas.

Segundo Fernandez *et al.*, (1999), de maneira geral, a escolha das espécies de leguminosas que apresentam rápido desenvolvimento inicial, tolerância a toxicidade do Al, sistema radicular profundo e produção de biomassa suficiente para a cobertura do solo, baixa taxa de decomposição e a relação C/N apropriada às culturas subsequentes favorecerá o grau de sucesso obtido com a utilização dessa prática. Heinzmann, (1985) aponta como adequada uma relação C/N próxima de 23/1 dos resíduos de cobertura para muitas culturas alimentares.

Alvarenga, (2000) acrescenta ainda que as culturas a seleccionar como intercalares devem ter tolerância ao “stress” hídrico, ser indiferentes ao fotoperíodo não atraírem pragas e doenças para a cultura principal.

É importante salientar que condições espaciais e temporais podem favorecer não só determinadas espécies em relação a outras, mas também promover variações de produção dentro da mesma espécie. Factores como a época de sementeira e o ambiente (luminosidade, temperatura, entre outros) interferem tanto na produção de

biomassa, como na concentração de nutrientes nas leguminosas. Miyasaka *et al.* (1966) verificaram grande variabilidade nos rendimentos de biomassa verde da *Crotalaria júncea* e *Cajanus cajan* em relação ao ambiente em ensaios conduzidos em várias localidades de S. Paulo.

Trabalhos mais recentes de Muller *et al.* (1992), Hundal & Dhillon (1993) e Böhringer *et al.* (1994), também demonstraram haver interação entre o genótipo e o ambiente, afectando a produção da matéria seca dos designados adubos verdes.

Dolmat (1980), ao comparar a quantidade total de nutrientes que são devolvidos ao solo usando culturas de cobertura, gramíneas e leguminosas, concluiu que a cobertura com leguminosas em pleno vigor pode repor no solo de 226 a 353 K/ha de Azoto, 18 a 27 Kg/ha de Fósforo, 85 a 131 Kg/ha de Potássio e 15 a 27 Kg/ha de Magnésio.

Assim justifica-se que o estudo do comportamento dessas espécies deve ser regionalizado e até mesmo localizado para que a escolha da melhor espécie recaia na que apresentar maior potencial de produção de biomassa, de reciclagem de nutrientes e que melhor se ajuste ao sistema agrícola adotado na produção de culturas comerciais.

Além disso, ainda deve ser considerada a taxa de decomposição do adubo verde, que irá regular a intensidade da libertação dos nutrientes imobilizados na biomassa e que serão absorvidos, pela cultura já em crescimento ou cultivada na sucessão. A relação C/N da biomassa é a principal responsável pela velocidade de decomposição. Uma relação mais elevada indica decomposição mais lenta da mesma. No entanto, a velocidade de decomposição, até certo ponto, pode ser controlada, consoante o interesse em retardá-la ou acelerá-la. Estimula-se a decomposição quando se reduz as dimensões dos fragmentos dessas plantas, ou incorporando-as no solo.

Kiehl (1985) afirma que as culturas usadas como adubos verdes, ao absorverem os nutrientes do solo, contribuem para a redução das perdas por lixiviação. O mesmo autor recomenda, ainda, não atrasar a implantação da cultura principal, pois a biomassa, após a incorporação, tende a decompôr-se e a libertar rapidamente os nutrientes.

Schroth *et al.* (1995) prefere a deposição sobre o solo do material da cultura intercalar podada (*mulch*) do que incorporá-la por razões de protecção do solo e economia de trabalho. O autor destaca também a menor oscilação na temperatura do solo e a melhor retenção da humidade no solo com a cobertura, promovendo-se condições mais favoráveis ao crescimento da população de microrganismos benéficos do solo.

Sobre o uso de culturas intercalares, com fins de incorporação no solo, visando o aumento e/ou a manutenção da fertilidade do solo, que seja do nosso conhecimento não existem trabalhos realizados em Angola, excepto no caso de alguns trabalhos

realizados com o milho e algumas leguminosas (*Crotalaria juncea* L, *Brachiaria decumbens* Stapf.) no sistema de rotação onde o milho é cultivado nas faixas anteriormente ocupadas por uma leguminosa. Estas experiências foram realizadas na Estação Experimental Agrícola da Chianga do Instituto de Investigação Agronómica e no município de E Cunha, localidades da província do Huambo, no projecto conjunto Angola e República Democrática do Congo. Este projecto teve a duração de três anos (2005 a 2008), no Baixo Congo (RDC) e na província do Huambo, localidades da Chianga e E Cunha (República de Angola), tendo sido financiado pelo ICART.

2.4.1. Leguminosas

As plantas da família das Leguminosas (ou Fabaceae) são as mais utilizadas como adubo verde. De acordo com Silva e Menezes (2007), a principal razão para essa preferência está na sua capacidade de viver em simbiose com bactérias fixadoras do azoto atmosférico. O mesmo autor cita também a rusticidade, a elevada produção de matéria seca e o sistema radicular geralmente profundo e ramificado, capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo.

2.4.1.1. O *Cajanus cajan* (L.) (Ervilha do Congo).

Cultura com uma tradição em Angola, geralmente cultivada em consociação com outras culturas alimentares, a semente é utilizada para o consumo humano e a massa verde para alimentação de animais. A capacidade de captar o Azoto da atmosfera é um grande motivo para o seu uso como adubo verde.

É uma planta de origem Africana, e vem assumindo um papel importante na alimentação humana, como forragem e também como cultura para adubação verde.

Segundo, Skerman, (1977), Morton et al. (1982), Aykroid & Doughty, (1964) e Sgarbieri, (1980), o *Cajanus cajan* é uma cultura leguminosa que dá boas produções e sementes ricas em proteína, na ordem de 20-40%.

De acordo com Otero, (1952), Döbereiner & Campelo, (1977), Morton et al., (1982), esta leguminosa foi introduzida no Brasil e Guianas pela rota dos escravos procedentes da África, tornando-se largamente distribuída e naturalizada na região tropical, onde assumiu importância para a população.

No *Cajanus cajan* podemos encontrar variedades anuais ou perenes. Todas apresentam caule lenhoso e uma raiz principal pivotante que pode penetrar um ou mais metros no solo, portanto de grande importância para a reciclagem de nutrientes, e numerosas raízes finas secundárias, até 30 cm da superfície, apresentando nódulos (*Rhizobium*).

As folhas são trifolioladas, com folíolos lanceolados ou elípticos, com 4 a 10 cm de comprimento e 3 cm de largura (Foto 1)



Foto 1 *Cajanus* no Mazozo, Angola Província do Bengo

As flores apresentam-se em ráculos terminais com 1,5 a 1,8 cm de comprimento, de cor amarela ou amarelo - alaranjado, podendo apresentar estandartes salpicados ou mesmo totalmente purpúreos ou avermelhados.

As vagens são indeiscentes, de cor verde – acastanhado ou púrpuras, ou mesmo verdes salpicadas de castanho de forma oblonga, com 8 cm de comprimento e 1,4 cm de largura.

As sementes, entre duas e nove por vagem, são de formato aproximadamente redondo, com 4 a 8 mm de diâmetro, de cor verde ou púrpura quando imaturas e, quando maduras, apresentam cor que vai de branco, amarelo, castanho, a preto. Podem ainda apresentar cores claras salpicadas de castanho ou púrpura. As sementes são bastante duras quando secas e o número de sementes por Kg varia de 1.150 a 3.630 unidades.

Há um grande número de variedades de *Cajanus cajan*, apresentando grande variação de porte, de hábitos de crescimento, características de sementes e respostas a fotoperíodo.

A maioria das variedades floresce quando os dias apresentam onze a doze horas de luz, e, algumas indiferentes ao comprimento do dia, florescem em qualquer época do ano. Os genótipos foram agrupados grosseiramente em duas divisões principais:

- *Cajanus cajan* var. *bicolor* DC, que apresentam características como porte alto, plantas perenes e tardias na produção de sementes, flores vermelhas ou com estrias púrpuras e vagens com quatro a cinco sementes, e
- *Cajanus cajan* var. *flavus* DC, que inclui plantas de porte baixo, produção precoce de sementes, flores de cor amarela, vagens de cor verde com duas a três sementes.

Existem, no entanto, variedades que fogem às características destes dois grupos. Segundo Morton *et al.* (1982), na colecção mundial, na Índia, existiam 5.000 acessos de *Cajanus*.

A produção de semente depende da variedade e do sistema de cultura variando de 500 a 1.500 Kg/ha, (Bogdan, 1977); (Skerman, 1977); (Khan & Rachie, 1972), apresentando proteína de boa qualidade que, embora deficientes em metionina, cistina e triptofano, constituem excelente alimento humano, considerado indispensável na Índia, Bahamas, Porto Rico, Trinidad, Tobago, Panamá e Guiana, (Morton *et al.*, 1982).

O *Cajanus* desenvolve-se bem numa faixa de temperatura entre 20 e 40°C durante seu ciclo. Geadas leves não chegam a provocar desfolha, mas há perdas a -3,3°C e pode ocorrer morte total a -4,4°C.

É cultivada desde a região tropical até à subtropical, sob condições de precipitação que vão de 500 mm até 1.500 mm por ano, (Bogdan, 1977); (Skerman, 1977). A planta prefere solos bem drenados e profundos, mas pode vegetar em solos argilosos, pesados. É nos solos vermelhos (bem drenados), que se forma o maior número de nódulos, e o *Rhizobium* se mantém activo por mais tempo. O *Cajanus* cresce em solos com pH de 5 a 8, mas apresenta o melhor desempenho em solos aproximadamente neutros, embora sejam obtidas produções de forragem razoáveis em solos ácidos de 2 a 4 t de matéria seca por hectare. Com a correcção da acidez e adubação, esta produção pode ser elevada até 14 t de matéria seca por hectare e por ano, (Skerman, 1977).

O *Cajanus* ocupa mundialmente o 6º lugar em importância alimentar entre as leguminosas, sendo usado extensivamente na Ásia para alimentação animal e humana. Para o produtor rural, esta leguminosa proporciona baixos custos de produção, que se reflectem directamente no lucro da actividade agro-pecuária e em melhorias da fertilidade do solo, decorrentes da capacidade que essa espécie apresenta para a fixação simbiótica do azoto (Rao *et al.*, 2002).

Em Angola, vem ocupando o seu espaço na agricultura familiar, pela importância alimentar para o homem e animais, mas também pela capacidade de adaptação a diversas condições agro-ecológicas. Geralmente encontra-se consociada com outras culturas alimentares e em proporções inferiores a estas.

O efeito benéfico desta leguminosa como melhoradora do solo e fertilizante para as culturas é reportado por vários autores. Alvarenga *et al.* (1995), avaliando diferentes espécies de leguminosas, observaram que o *Cajanus* destacou-se como a espécie de maior potencial para recuperação do solo, com maior produção de biomassa seca.

Alcântara *et al.* (2000) verificaram alta capacidade do *Cajanus* na produção de biomassa seca. Esses autores obtiveram respectivamente, 13.800 Kg/ ha no Sudoeste do Paraná e 13.200 Kg/ ha em Lambari-Minas Gerais, Brasil, de biomassa seca, comprovando a sua grande capacidade de produção de matéria seca.

Segundo Alves *et al.*, (2004) o *Cajanus* revela-se uma excelente leguminosa para inclusão em sistema de cultura intercalar, podendo produzir até 11.000 Kg/ha de biomassa seca, e incorporar ao sistema até 283 Kg/ha de azoto e 23Kg/ha de fósforo.

Salmi *et al.* (2006), avaliando a produção de biomassa da parte aérea, seus teores em azoto, fósforo e potássio e a dinâmica de libertação desses nutrientes, em seis genótipos de *Cajanus*, em sistema de cultivo intercalar, observaram uma produtividade média de biomassa de 5,9 t/ha. A acumulação de azoto variou de 188,3 a 261,3 Kg/ha, a de fósforo de 7,2 a 9,4 Kg/ha e do potássio de 29,3 a 45,5 Kg/ha, não tendo encontrado diferenças estatísticas entre os genótipos avaliados. As curvas de libertação mostraram que, aos 56 dias, aproximadamente, 60% do azoto e 65% do fósforo e do potássio contidos na biomassa remanescente tinham sido libertados para o solo. Todavia, considerando-se a elevada taxa de liberação dos três elementos das leguminosas, logo depois do seu manejo, é importante a busca de estratégias para maximizar o aproveitamento de nutrientes pelas culturas alimentares ou comerciais. Os autores também destacaram que aproximadamente 75% da biomassa ainda restava sobre o solo aos 30 dias após a deposição. Isso acarretou ao sistema uma boa cobertura do solo. Essa proteção ao solo, nos primeiros 30 dias depois do corte, coincide com o período mais crítico, caso uma cultura alimentar ou comercial seja implantada entre as faixas, diminuindo, assim, a competição com infestantes e favorecendo a conservação da humidade do solo.

Queiroz (2006), avaliando, nos anos de 2003 a 2005, a produtividade de biomassa da parte aérea de sete espécies de leguminosas (*Albizia lebbbeck*, *Peltophorum dubium*, *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan*, *Sesbania virgata*, *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Gliricidia sepium*) e a acumulação de azoto, fósforo e potássio nessas leguminosas arbóreas em sistemas de culturas intercalares, bem como o efeito da adição de fósforo sobre as leguminosas, verificou, tanto em ensaios com adição e sem aplicação de fósforo, que a maior produtividade de biomassa seca da parte aérea foi obtida pelo *Cajanus*, respectivamente 5.371 Kg/ha e 6.017/Kg ha. O autor afirma que o *Cajanus* é menos exigente em fósforo que as demais leguminosas avaliadas, e que, possivelmente, associava-se com bastante eficiência com micorrizas, uma vez que conseguiu manter elevada produtividade de biomassa seca em solo com baixo conteúdo deste elemento, em comparação com as demais espécies.

Suzuki e Alves (2006) verificaram valores de produção de biomassa verde para o *Cajanus* de 32.708 Kg/ha. No entanto, Pirai (2004) menciona que a produção de biomassa verde de *Cajanus* anão, cultivar IAPAR 43 Aratã, é de 20 a 30 t/ha.

Rao e Mathuva (2000) conseguiram, com o cultivo intercalar de milho-Cajanus, um aumento de 24% de produtividade em relação ao milho estreme. No milho em rotação com o Cajanus a produção foi equivalente ao milho estreme.

Juo *et al.* (1995) observaram, em estudo de vários anos, que a produção de milho foi sustentável quando intercalado com *Leucaena* ou *Cajanus*. O *Cajanus* revelou alto teor de azoto (2,6%) nos resíduos que foram aplicados ao solo.

2.4.1.2 *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (*Leucaena*)

Trata-se de uma árvore de pequeno porte, entre 5 e 10 m de altura, com folhas alternas compostas, com 25 cm de comprimento, entre 4-9 pares de pinos, com 8-10 cm. Entre 11-17 pares de folíolos, de 9-12 mm, opostos, lanceolados, de coloração verde-acinzentada. As flores possuem corola e estames brancos, cálice com 2,5 mm, pétalas lineares, estames em número de 10 com cerca de 1 cm de comprimento, anteras pilosas, (Foto 2). Regenera-se rapidamente após as queimadas ou corte. As árvores têm vida curta, entre 20 e 40 anos, porém as sementes, quando conservadas no banco de sementes mantém a sua viabilidade entre 10 a 20 anos. Cada planta pode produzir até 2.000 sementes por ano.

A espécie apresenta um melhor desenvolvimento em áreas de precipitações entre 600 a 1.700 mm por ano, suportando bem períodos curtos de estiagem. Seifert & Thiago, (1983).

Segundo a National Academy of Sciences (1977), são conhecidas dez espécies de *Leucaena*: *L. leucocephala*; *L. pulverulenta*; *L. diversifolia*; *L. lanceolata*; *L. collinsii*; *L. esculenta*; *L. macrophylla*; *L. retusa*; *L. shannanii* e *L. trichodes*.

A *Leucaena leucocephala* Lam é uma planta que necessita de um manejo adequado, pois quando este é deficiente pode tornar-se infestante de difícil combate, (Hughes, et al, 2003)

É uma leguminosa com grande diversidade de usos e que tem recebido muita atenção como opção para plantação nos trópicos. Tem origem na América Central, como algumas variedades arbustivas do Perú, como por exemplo a cultivar Cunningham, usadas especialmente para a produção de forragem e adubação verde, enquanto outras variedades apresentam porte erecto do tipo Salvador, cultivares K-8, K-28 e K-27 e outras, que são mais adequadas para a produção de lenha, carvão, celulose e madeira. Formam simbiose eficiente o *Rhizobium* em nódulos produzidos nas raízes. Existem dados bastante seguros de um potencial de fixação da *Leucaena* de 598 Kg de Azoto/ha por ano, (Sanginga *et al.*, 1984). Segundo o mesmo autor, este é o valor mais alto encontrado nas leguminosas tropicais, quando comparado com os resultados observados nas regiões temperadas.



Foto 2 Leucaena no Mazozo, Angola Província do Bengo

A espécie apresenta produtividade máxima em regiões tropicais em solos com pH praticamente neutro e com precipitações entre 600 e 1.700 mm, podendo ser dominante em áreas com apenas 250 mm (NAS, 1977), e apresentar boa produtividade em solos com pH em torno de 5. Perde as folhas mesmo com geadas ligeiras, podendo recuperar posteriormente. Apresenta crescimento limitado acima de 500 metros de altitude. A Leucaena apresenta raízes profundas excepto em solos com baixo teor de cálcio no subsolo. Em solos pobres em cálcio a calagem torna-se necessária para o bom desenvolvimento da planta, (Hutton, 1984). Como leguminosa, é também exigente em relação à adubação com fósforo, molibdénio e zinco, nos solos tropicais. Apresenta boa tolerância à salinidade.

Esta cultura dá-se bem em solos profundos, bem drenados, de fertilidade de média a alta e pH entre 5,5 a 7,5, (Seiffer & Tiago, 1983).

Segundo Freitas *et al.*; (1991), a cultura, nas regiões tropicais adapta-se a vários tipos de ambientes, apresentando uma alta taxa de crescimento, resistência às pragas e doenças, simbiose com bactérias fixadoras de nitrogénio e tolerância à seca.

No nordeste semiárido do Brasil, o cultivo da Leucaena tem sido possível em anos de precipitações até 282,5 mm, embora a produção de forragem tenha sido reduzida em aproximadamente 50%, (Silva, 1992).

A produção de matéria seca edível (MSC), que é constituída por folhas e ramos finos, é muito variável nesta região. Silva, (1992) obteve produções entre 1.311 e 7.043 Kg/ha ano em Petrolina, Pernambuco. Sousa & Araújo, (1995), avaliando 71 genótipos de Leucaena no semiárido de Sobral, Ceará, obtiveram produções de MSC entre 1.539 e 5.387 Kg de matéria seca por ano.

Com o uso da *Leucaena* como adubo verde consegue-se, a baixo custo, alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, melhorando assim a produtividade das culturas, (Kluthcouskil, 1980). Barreto & Carvalho Filho, (1992) relatam que o cultivo da *Leucaena* em consociação com culturas anuais é viável, e que o material resultante do corte da leguminosa, no início das chuvas, deve ser incorporado ao solo, o que corresponde à aplicação de 50 Kg de azoto/ha.

De acordo com Vanlauwe et al. (1996), uma aplicação das folhas de *Leucaena* (6,25 t de matéria fresca por hectare) é equivalente ao fornecimento de 78 Kg/ha de azoto. Kang et al. (1990) reportaram aumento da produção de milho de 13% com aplicação de folhas podadas da *Leucaena*, quando comparada com a do milho sem aplicação de fertilizantes ou incorporação de *Leucaena*.

Ngambeki (1985) demonstrou que, no sul da Nigéria, sistemas intercalares com *Leucaena* aumentaram e sustentaram a produtividade de milho em 60%, além de reduzir o uso de fertilizantes azotados.

O efeito benéfico destas leguminosas como melhoradoras do solo e fertilizante para as culturas reportado por vários autores, a capacidade de regeneração, crescimento rápido, produção de grandes quantidades de biomassa em curto espaço de tempo, capacidade das raízes explorarem o solo em profundidade longe das raízes da mandioca são entre outras características que nos levaram a escolher estas espécies para o presente trabalho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e Justificação

O presente estudo incidiu sobre a cultura da mandioca no sistema intercalado com duas leguminosas, o *Cajanus cajan* (L.) (Ervilha do Congo) e *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Leucaena) em duas localidades tradicionais de cultivo da mandioca em Angola, com condições agro-ecológicas diferentes.

- Cacuso, situada a 20 Km a Sul do município com o mesmo nome, na província de Malanje, altitude de 1145 metros, 9°46' latitude Sul e 15 °68' de longitude Este. Trata-se de uma área de savana arbustiva não cultivada há mais de 20 anos, por se considerar de difícil acesso até 2005, fortemente afectada pela guerra civil. Predomina a vegetação herbácea e arbustiva, embora encontremos algumas árvores de grande porte (Foto 3). Como é hábito na região, ao longo destes anos não escapou a sucessivas queimadas na época de cacimbo com objectivos de caça.



Foto 3: Aspecto inicial em Cacuso

- Mazozo, situada a 60 quilómetros a Este de Luanda no eixo viário (Luanda, Malanje), município de Icolo e Bengo, província do Bengo, a 70 metros de altitude, 8°49' latitude Sul e 13°13' de longitude Este. Trata-se de uma parcela que há mais de 10 anos não era cultivada, onde predominava uma vegetação herbácea abundante, alguns arbustos e espinhosas típicas da região semiárida. Durante este período não sofreu quaisquer perturbações com queimadas. Pesou na escolha das duas localidades, a representatividade das áreas de produção e tradição de consumo de mandioca, a segurança e a possibilidade de

manutenção dos ensaios, e as disponibilidades financeiras, na medida em que estavam distanciados cerca de 400 Km.

3.2 - Solos

- Cacuso, caracterizado por solos Fersialíticos (Diniz, 1973), Lixissols na classificação da World Reference Base (WRB, 2006), representam a região planáltica de savana.
- Mazozo, caracterizada por solos Psamíticos, os Arenossols, (WRB, 2006), ou Alfisols da Soil Taxonomy, representam a região semi-árida.

3.3 - Clima

Em Cacuso as temperaturas médias anuais são da ordem dos 22°C, com uma amplitude térmica de 14°C, humidade relativa entre 75 e 80%, precipitações médias anuais entre 1000 e 1200 mm e bem distribuídas.

Possui duas estações do ano:

- A Chuvosa, a mais longa, que vai de Setembro a finais de Abril, e no fim do período com chuvas torrenciais denominadas "*Cungulula Mussoque*". É a época mais quente onde a temperatura média do mês mais quente anda à volta dos 24°C, máxima de 29°C e mínima de 17°C.
- O Cacimbo, de Maio a Agosto, é frio com temperatura média entre 20 e 21°C, sendo Junho o mês mais frio com temperaturas médias entre 19 e 18°C, máxima 28°C e mínima 9 a 10 °C e sem ocorrência de geadas). Realça-se a ocorrência de um "pequeno cacimbo" entre Janeiro e Fevereiro geralmente por um período de 15 dias.

No Mazozo, as temperaturas médias anuais são da ordem dos 26°C, amplitude térmica de 5 a 6°C, humidade relativa entre 80 e 85%, precipitações entre 400 a 600 mm, irregularmente distribuídas no ano.

Possui duas estações do ano:

- A Chuvosa, a mais longa, vai de Novembro a Abril. É a época mais quente onde a temperatura do mês mais quente anda à volta dos 27°C, máxima 32°C e mínima 23°C.
- O Cacimbo, de Junho a Setembro, temperatura média a volta dos 21°C, sendo o mês mais frio Julho com temperatura média de 22°C, máxima de 28°C e mínima de 16°C.

3.4 Selecção do material

3.4.1 - Vegetativo

Para este estudo optámos por escolher a variedade de mandioca Precoce de Angola devido à sua popularidade junto da agricultura familiar e por experiência própria sabermos que se trata de uma variedade muito bem adaptada as condições edafoclimáticas de Angola.

Apresenta como características agronómicas: precocidade, resistência às principais pragas e doenças, boa adaptação a diversas condições agro-ecológicas, potencialidade de produção muito aceitável. O material vegetal utilizado foi o mesmo nas duas localidades e, foi retirado do Banco de Germoplasma da Estação Experimental Agrícola do Mazozo, em plantas com 12 meses de idade, seleccionando as mais robustas e saudáveis.

Como culturas intercalares optou-se por uma variedade precoce de *Cajanus cajan*, a “Flavus DC (vulgo Ervilha do Congo), cujas sementes foram colhidas numa “lavra” nas proximidades da Estação Experimental Agrícola do Mazozo, cultura conhecida pelas populações e que faz parte da dieta alimentar de muitas famílias, bem adaptada e por se saber possuir um efeito melhorador do solo.

A *Leucaena leucocephala* (vulgo, Leucaena), cujas sementes foram colhidas em plantas ornamentais da mesma Estação, dado o interesse crescente que esta planta tem revelado pelas populações locais, para alimentação animal, árvore de sombra, obtenção material lenhoso para combustível (carvão e lenha) e efeito melhorador do solo.

Contudo, a utilização desta leguminosa exige por parte dos agricultores um acompanhamento muito cuidado, pois, corre-se o risco de, com relativa facilidade, se tornar uma infestante.

3.4.2 - Equipamento

A preparação e a instalação dos ensaios realizou-se com recurso a: Tractor de 80 HP com charrua de disco, grade de disco para as lavours e gradagens, enxadas na preparação de camalhões, sulcos e sachas, fita métrica de 50 metros usada na marcação dos ensaios, sonda de tipo broca para colheita de amostras do solo, balança decimal de campanha com capacidade de 50 Kg \pm 0,1, catanas, tesouras de poda e embalagens (sacos de plástico preto) para acondicionamento das amostras de solos e plantas.

3.5 Selecção de Variáveis a estudar

Para a avaliação preservação e sustentabilidade do solo seleccionaram-se as variáveis: Textura de campo, percentagem de Matéria Orgânica no solo, pH, Condutividade, teores em Azoto, Fósforo assimilável, Potássio assimilável e Ferro, Magnésio, Cálcio, Sódio, Cobre e Manganês, cujos resultados não foram explorados em maior profundidade dadas as limitações temporais e financeiras do projecto.

Na mandioca, determinou-se o rendimento em número de raízes (total/ha, comercias/ha e não comercias/ha) e em peso de raízes (total em kg/ha, comercias em kg/ha e não comerciais em kg/ha), para além dos teores de Humidade, Matéria Seca, Proteína Bruta, Gordura Bruta, Amido, Cinza, Fibra Bruta, Extractivos não Azotados e Elementos Minerais.

Nas leguminosas para além da produção em biomassa, determinou-se os teores em Azoto, Fósforo, e Potássio acumulado na matéria seca e a relação carbono/azoto (C/N).

3.6 Condução de Ensaios

3.6.1 - Delineamento experimental

A partir de 22 de Outubro de 2008 iniciou-se a instalação de uma série de 6 ensaios de fertilidade utilizando o sistema de culturas intercalares que veio a terminar a 24 de Outubro de 2011, nas duas localidade descritas.

Os ensaios foram organizados em blocos completos causalizados com três repetições, e incluíram três tratamentos experimentais:

- Tratamento 1: Mandioca;
- Tratamento 2: Mandioca + Cajanus;
- Tratamento 3: Mandioca + Leucaena.

Foram considerados os seguintes factores: os tratamentos, analisados em função do ano da condução de ensaio e local e um conjunto de variáveis ligadas aos solos, à produção e composição físico-química da mandioca. (Tabela 1).

Tabela 1 - Elementos da Análise da ANOVA						
Factores e Interações	Variáveis da Produção		Variáveis da mandioca		Variáveis do Solo	
	GL		GL		GL	
Tratamentos	2		2		2	
Ano do Ensaio	2		2		2	
Tratamentos*Ano	4		4		4	
Resíduos	18		18		99	

GL- Graus de liberdade

3.6.2 Instalação dos ensaios

Antes da instalação dos ensaios as áreas demarcadas para o efeito foram submetidas a colheita das amostras de solo, após definição dos blocos.

Os terrenos depois da derruba e limpeza no caso de Cacuso, devido à existência de arbustos e árvores de médio porte e de limpeza no caso do Mazozo, foram submetidos a uma lavoura profunda e duas gradagens. Os terrenos foram remarcados, e com enxada formaram-se os camalhões nas linhas de plantação de mandioca. Na foto 4 apresenta-se a sequência de algumas actividades da instalação destes ensaios



Foto 4 Procedimentos na instalação dos ensaios

Cada ensaio ocupou uma parcela de 680 m², cabendo à mandioca 360 m² e para o Cajanus e Leucaena, 120 m² cada. No caso da mandioca foram preparados blocos de 40 m² cada (4x10 m) formando-se 4 camalhões (linhas de plantação) de 10 m de comprimento, separados de 1 m, distância também utilizada entre plantas na linha. As culturas intercalares foram instaladas em duas linhas a uma distância de um metro de cada bloco e separadas de um metro entre si.

3.6.3 Aplicação dos tratamentos experimentais

Como referenciado por vários autores e confirmado por Akinola, *et al*, (1975) o período de maior acumulação de nutrientes na planta é na altura da floração. Para colmatar as diferenças de crescimento inicial entre as duas culturas intercalares, a *Leucaena* foi colocada em viveiro (sacos de polietileno) um mês antes da instalação de cada ensaio. Esta operação permitiu que as duas leguminosas atingissem o ponto de corte ou poda ao mesmo tempo.

Em cada um dos anos de investigação, 2008, 2009 e 2010, os ensaios foram instalados em Outubro nas duas localidades, utilizando o mesmo material e técnicas de plantação. A plantação da Mandioca e *Leucaena* e a sementeira do *Cajanus* foram realizadas em simultâneo.

Na plantação da mandioca, foram utilizadas estacas de 30 a 35cm de comprimento, retirados do terço médio das plantas previamente seleccionadas. As estacas foram enterradas a 2/3 do seu comprimento na crista do camalhão, em linha única, no sentido oblíquo porque deste modo a planta enraíza mais facilmente e produz mais raízes.

O *Cajanus*, foi semeado ao covacho na linha, colocando-se 3 sementes, para prevenção de possíveis falhas de germinação e garantindo deste modo a população de plantas previamente planificada. Após a germinação realizou-se uma operação de desbaste de modo a ficar apenas uma planta por covacho.

A *Leucaena* foi plantada em covas, em linhas previamente preparadas, depois de retirar as plantas dos sacos de polietileno.

3.6.4 Colheita de amostras do solo.

A 25 de Setembro no Mazozo e a 1 de Outubro de 2008 em Cacuso colheram-se as primeiras amostras do solo. Depois de secas e moídas foram acondicionadas e enviadas ao Laboratório da Área Disciplinar de Química do Departamento de Ciências de Engenharia e Biosistemas do Instituto Superior da Agronomia, para análise.

Pelo facto de os solos serem muito homogéneos as amostragens foram feitas aleatoriamente, três por cada bloco de mandioca.

No total do ensaio (3 anos) foram realizadas 324 amostragens, correspondendo a 108 amostras compósitas por localidade e por ano.

Para cada ensaio foram colhidas 36 amostras compósitas à razão de 9 por operação na seguinte ordem: antes da instalação dos ensaios e aos três, seis e nove meses de cultura. As amostras foram colhidas até a profundidade de cerca de 35cm, com uma sonda de broca.

3.6.5 - Colheita de amostras de mandioca.

Foram realizadas três colheitas de amostras de mandioca para análise, por localidade. Em cada colheita, depois de separadas e pesadas as raízes comerciais e as não comerciais, foi feita a amostragem de raízes comerciais. Por cada ensaio foram retiradas 9 raízes correspondendo a três por tratamento. O material devidamente identificado, preparado (descascado, ralado, seco, embalado em sacos plástico hermeticamente fechados), foi posteriormente enviado ao laboratório para análise.

3.6.6 - Colheita de amostras das culturas intercalares.

Foram realizadas por ano duas colheitas de amostras (3X2X2, por ensaio) aquando da incorporação ao solo do material vegetal. O corte foi efectuado entre 30 e 40 cm do solo com tesoura de poda de modo a permitir a regeneração da leguminosa (Fig. 5).



Foto 5: Operação de corte, pesagem e incorporação

Essas colheitas realizaram-se assim aos três meses (Janeiro), coincidente com a fase da floração e aos seis meses (Abril), altura em que cada espécie, por regeneração, apresentava um desenvolvimento vegetativo abundante.

O material colhido foi pesado e incorporado ao solo. As amostras para análise foram retiradas de plantas de maneira aleatória, secas em estufa, etiquetadas, acondicionadas em sacos de plástico e levadas ao laboratório para análise.

3.6.7 - Colheita da mandioca

Foi realizada manualmente, considerando as duas linhas centrais em cada tratamento e em cada bloco do ensaio, evitando-se assim o chamado “efeito de bordadura descrito por Thomas e Laidlaw (1981). A colheita consistiu: corte e pesagem da parte aérea, arranque das plantas, separação de raízes em dois grupos (comerciais e não comerciais), contagem e pesagem, conforme ilustra a foto 6.



Fotos 6: Ilustrando procedimentos da colheita

3.7 Métodos de Análise

Os métodos utilizados na análise do solo, mandioca e material vegetal das leguminosas foram os que estão em uso no Laboratório da Área Disciplinar de Química do Departamento de Ciências de Engenharia e Biosistemas do Instituto Superior da Agronomia. Descrevem-se, a seguir de forma resumida, os processos de preparação das amostras e os métodos analíticos utilizados na determinação dos valores dos parâmetros considerados importantes.

3.7.1. Solo

3.7.1.1 - Preparação das amostras

No Laboratório, as amostras de solo foram secas em estufa de ventilação forçada a 40°C, durante 48 horas, sendo depois passadas por um crivo de aço inoxidável com 2,0 mm de malha (terra fina) e posteriormente guardadas em frasco de polietileno opaco.

3.7.1.2. Análise do Solo

3.7.1.2.1 Textura de Campo

A caracterização da textura foi realizada a partir da fracção de terra fina, após ser amassada com água e moldada em filamento e curva em argola.

3.7.1.2.2 Matéria Orgânica

Foi estimada multiplicando pelo factor de correcção de 1,724 o teor de Carbono Orgânico Total doseado pelo método da oxidação por via seca, usando o aparelho de Ströhlein (Ströhlein & C^a, 1964), assumindo que a matéria orgânica contém aproximadamente 58% de Carbono. Os resultados são expressos em percentagem.

3.7.1.2.3 - pH

Foi determinado potenciométricamente em água e numa solução molar de Cloreto de Potássio utilizando uma suspensão da amostra na proporção 1:2,5 (m/v). As leituras foram realizadas na solução sobrenadante, após 1 hora de contacto (Póvoas e Barral, 1992).

3.7.1.2.4 - Fósforo e Potássio “assimiláveis”

Foram determinados pelo método de Egner-Riehm modificado, a partir de uma solução extractante de lactato de amónio e ácido acético, tamponizada a um pH 3,75. O Fósforo foi doseado por Espectrofotometria de Absorção Molecular, pelo método do vanado-molibdato de amónio e o Potássio por Fotometria de Emissão de Chama. Os resultados dos dois elementos são expressos em mg de P₂O₅/Kg de solo e mg de K₂O/Kg de solo, (LQARS 1977).

3.7.1.2.5 - Elementos Minerais

Os micronutrientes Ferro, Manganês, Zinco e Cobre foram determinados numa solução extractante de acetato de amónio 0,5M, ácido acético, 0,05M e EDTA 0,02M ajustada a pH 4,65 (Lakanen & Erviö, 1971).

O doseamento foi efectuado por Espectrofotometria de Absorção Atómica, e os resultados expressos em mg/Kg de solo.

3.7.1.2.6 - Condutividade Eléctrica

Foi determinada por condutimetria, utilizando uma suspensão da amostra na proporção 1:5 (m/v). Os resultados são expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}$

3.7.1.2.7 - Azoto Amoniacal (N-NH_4^+) e Azoto Nítrico (NO_3^-)

O Azoto Amoniacal e o Azoto Nítrico foram determinados por espectrofotometria recorrendo a um Analisador Automático de Fluxo Contínuo Segmentado, após extracção com uma solução 2M de Cloreto de Potássio, (1:5 m/v), (Mulvaney, 1966) e usando o método de Berthelot e de redução pela Hidrazina, seguida de adição de Sulfanilamida Diazotada respectivamente (Houba et al., 1988). Os resultados são expressos em mg de $\text{N-NH}_4^+/\text{kg}$ e $\text{N-NO}_3^-/\text{kg}$.

3.7.2 Material vegetativo

3.7.2.1 Preparação das amostras

Em laboratório as amostras de raízes de mandioca e das duas leguminosas foram secas em estufa de ventilação forçada a 60-65°C, durante 24 horas, e moídas num moinho tipo Willey, com um crivo de 1 mm de malha “mesh”.

3.7.2.2 - Análise química

As determinações analíticas foram efectuadas a partir do material moído e homogeneizado,

3.7.2.2.1 - Leucaena e Cajanus

3.7.2.2.1.1 - Teor de água (Humidade)

Foi determinada pelo método gravimético, a partir da perda de massa por secagem em estufa a $101 \pm 1^\circ\text{C}$ (Netto, 1960)

O resultado foi expresso em percentagem.

3.7.2.2.1.2 - Azoto total

O azoto foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1990)

3.7.2.2.1.3 – Cinza

Foi obtida por incineração completa em mufla, à temperatura de 550°C (NP-872, 1981).

Os resultados são expressos em percentagem.

3.7.2.2.1.4 - Elementos Minerais

Foram determinados a partir da cinza, após tratamento com solução clorídrica (3 M).

O Fósforo foi doseado espectrofotometricamente pelo método do vanado-molibdato de amónio, a 460nm (NP – 874);

Os restantes elementos foram determinados por espectrofotometria de absorção atómica, mediante diluição adequada.

Os resultados são expressos em percentagem (P, K, Ca, Na, Mg) e em ppm (Fe, Cu, Zn e Mn).

3.7.2.3. Mandioca

Na raiz da mandioca foram ainda determinados os teores de Cinza, Proteína Bruta, Fibra Bruta, Amido, Gordura e Extractivos não Azotados (ENA), segundo os métodos que resumidamente se indicam. Os resultados foram expressos em percentagem em relação à Matéria Seca.

3.7.2.3.1. Teor de água (Humidade)

Foi determinada pelo método gravimético, a partir da perda de massa por secagem em estufa a $101 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (Netto, 1960)

3.7.2.3.2. Cinza

Foi obtido por incineração completa em mufla, à temperatura de 550°C (NP-872, 1981).

A partir deste obteve-se o teor de matéria orgânica pela fórmula (% da matéria orgânica = $100 - \% \text{ de cinza}$).

3.7.2.3.3. Proteína Bruta

O teor de proteína bruta obteve-se multiplicando o teor de azoto presente na amostra, determinado pelo método de Kjeldahl pelo factor 6,25, considerando que todo o azoto presente é de natureza proteica e que a percentagem de azoto nas proteínas é de cerca de 16%, (NP- 2030, 1983).

3.7.2.3.4. Fibra bruta

Foi determinado pelo método de Weende, por ataque com ácido sulfúrico (1,25%) seguido de ataque com hidróxido de sódio (1,25%), (NP – 2029, 1983).

3.7.2.3.5. Gordura bruta (Extracto Etéreo)

Foi determinada pelo método de extracção a quente com éter de petróleo, num extractor Soxtec. (ISO, 2008)

3.7.2.3.6. Extractivos não Azotados (ENA)

Foram determinados pela diferença para 100 dos restantes elementos determinados
(% ENA = 100 – (%Humidade + %Cinza + %Gordura + %Proteína bruta + % fibra bruta)).

3.7.2.3.7. Amido Total

Foi determinado pelo método de Lane & Eynon, (Netto, 1960)

3.8. Tratamento Estatístico

Para o efeito realizou-se um estudo descritivo, análise de variância e regressão linear.

- Estatística descritiva com utilização da caixa de bigodes (boxplot);
- Análise da variância (ANOVA) para validação das hipóteses em relação aos tratamentos experimentais sobre as diversas variáveis controladas.
 - Para cada local, para cada uma das variáveis do solo, cada uma das variáveis de produção e cada variável da composição química da mandioca, após cumprimento dos pressupostos da normalidade (Bartlett), fez-se ANOVA a dois factores.
 - O modelo pode formalizar-se do seguinte modo:

$$Y_{ijl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijl}, \text{ Onde:}$$
 - i - designa o tratamento i = 1,2,3
 - j - designa o ano j = 1,2,3
 - l - designa a repetição
 - Para cada combinação (tratamento × ano) há 3 repetições.
 - Para verificar a influência do tratamento para cada variável formularam-se as hipóteses:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H1: pelo menos duas diferentes

- Estudo das interacções entre tratamentos e anos de ensaio;

Neste estudo foram formuladas as hipóteses:

$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$ não há interação entre tratamento e ano

$H_1: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$ existem interação entre tratamento e ano

- Teste de comparação de médias de variáveis (TukeyHSD), descrito por Zar, (1999) e Levin, (1985);

- Estudo das correlações entre variáveis da produção e da análise do solo;

- Modelo de Regressão linear múltipla.

O modelo de regressão linear múltipla pode formalizar-se do seguinte modo:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_{12} X_{12}$$

Onde: Y é a variável referente a produção (dependente)

X é variável referente aos elementos do solo (independente)

α Intercepto da variável dependente

β Coeficiente de regressão da população

$$i = 1, 2, 3, 4, \dots, 12$$

Como hipóteses: $H_0: \beta_i = 0$

$H_1: \beta_i \neq 0$

Depois do modelo completo com o *software* obteve-se o modelo reduzido com cinco a sete variáveis independentes. Também foram criados modelos com apenas com duas variáveis independente para uma melhor percepção da importância de cada combinação de elementos do solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tratamento Estatístico

Estudo de algumas Correlações

A quantidade de macro elementos fornecidos ao solo através da incorporação do *Cajanus* e *Leucaena*, ao promoverem melhoria das condições físicas e químicas do solo dando como resultado a variação da produção de mandioca das modalidades com incorporação das referidas leguminosas e a testemunha, são sem dúvidas motivos para uma avaliação de correlações entre os elementos de fertilidade do solo e da produtividade da mandioca.

No estudo da relação entre os elementos da produção e os do solo foram criados dois modelos de regressão linear múltipla: O modelo inicial composto pela matéria orgânica, macronutriente e todos micronutrientes estudados e o chamado modelo reduzido obtido através do programa.

Em Cacuso, o modelo reduzido que explica o número total de raízes e a produção total em kg/ha tem a expressão: $Y \sim MO + P_2O_5 + K_2O + NH_4^+ + NO_3^- + Cu + Zn$ onde o Y pode assumir um ou outro valor da variável dependente. Para o número de raízes comerciais e produção comercial em kg/ha a matriz foi mais reduzida estando de fora os dois microelementos (Cu e Zn).

No Mazozo, apenas em relação ao número de raízes comerciais (RC) foi utilizado o modelo mais reduzido com a matriz ($RC \sim MO + P_2O_5 + K_2O + NH_4^+ + NO_3^-$), porque para as outras variáveis de produção só o modelo reduzido não apresentou diferenças em relação ao modelo inicial.

4.1.1 – Correlações em Cacuso (Anexo I.1)

Ao nível do conjunto de elementos que constituem a fertilidade do solo o modelo de regressão linear múltipla que explica o número total de raízes por hectare (RT) em função da matéria orgânica, macro e micro nutrientes do solo apresenta um coeficiente de determinação R^2 de 0,8627 e com um valor para “p-value” de 0,000385, trata-se portanto de um “bom” modelo que permite explicar 86% da variabilidade do número de raízes.

Na análise dos principais elementos do solo (matéria orgânica, fósforo, potássio, azoto amoniacal e azoto nítrico), assim como o cobre e o zinco, o chamado modelo reduzido, nota-se que este modelo apresenta-se semelhante ao global. O coeficiente de determinação, R^2 de 0,8485, não diminuiu muito, encontrando-se mais próximo do

valor R^2 ajustado de 0,7927 com “p-value” de $1,442e^{-06}$. A retirada de um ou outro elemento principal não afecta muito a relação, do mesmo modo acontece quando os elementos são combinados dois a dois (Anexo II. Tabela 1).

A análise de variância dos dois modelos (ANOVA 1), mostra não existir diferença significativa entre os dois modelos, “p-value” $> 0,05$ o que nos leva à hipótese nula da igualdade dos modelos. Este facto leva-nos a pensar que os elementos retirados do modelo inicial não têm influência no número total de raízes por hectare.

ANOVA 1						
	Res.Df	RSS	Df	SQD	F	Pr(>F)
1	14	4024005				
2	19	4441213	-5	-417208	0.2903	0.9105

A correlação entre a variável número de raízes/ha e cada um dos sete elementos do solo, leva-nos a concluir que as três melhores são: RT/MO com valor de correlação de 0,83712, RT/ P_2O_5 com 0,821436, RT/ K_2O 0,739968, RT/ NH_4^+ 0,696294 e NO_3^- 0,65722, o que mostra a importância individual destes cinco elementos quanto ao número total de raízes. O zinco e cobre parecem ter pouca influência no número de raízes, pois, apresentam valores de correlação e coeficientes de determinação bastante baixos, onde o valor calculado distancia-se bastante do ajustado, “p-value” alto e F muito pequeno. Na figura 4 são apresentadas as três melhores correlações.

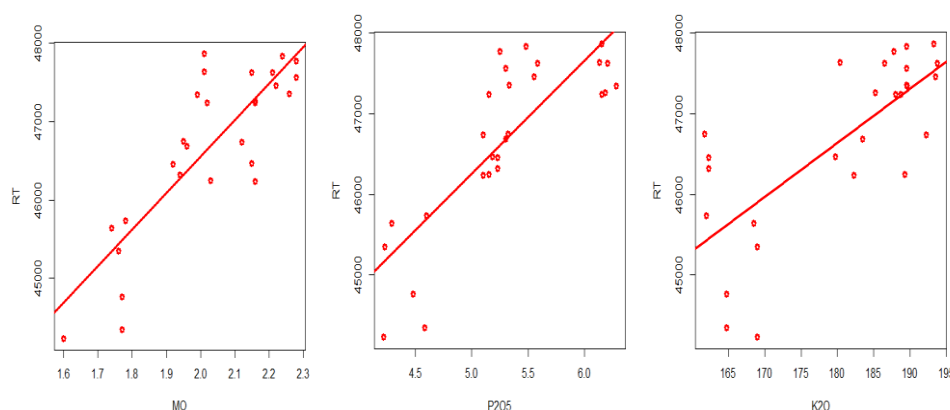


Fig. 4 Núvem de pontos e rectas de regressão para o número de raízes e três variáveis de solo com as quais se encontrou a melhor correlação.

Ao nível do conjunto de elementos que constituem a fertilidade do solo o modelo de regressão linear múltipla que explica o número de raízes comerciais (RC) em função da matéria orgânica, macro e micronutrientes do solo apresenta um coeficiente de determinação R^2 de 0,772, com um valor para “p-value” p-v de 0,08429 trata-se

portanto de um “bom” modelo que permite explicar 77,2% da variabilidade do número de raízes comerciais por hectare.

Na análise dos principais elementos do solo (matéria orgânica, fósforo, potássio, azoto amoniacal e nítrico), o chamado modelo reduzido, nota-se que este modelo apresenta-se semelhante ao global. O coeficiente de determinação, R^2 de 0,7016, não diminuiu muito, encontrando-se mais próximo do valor R^2 ajustado de 0,6331 “p-value” de $5,753e^{-05}$, (Anexo II. Tabela 2).

A análise de variância dos dois modelos (ANOVA 2), mostra não existir diferença significativa entre os dois modelos “p-value” > 0,05 o que nos leva à hipótese nula da igualdade dos modelos. Este facto leva-nos a pensar que os elementos retirados do modelo inicial não têm influência no número de raízes comerciais por hectare.

ANOVA 2						
	Res.Df	RSS	Df	SQD	F	Pr(>F)
1	21	952889				
2	14	7280920	7	2247969	0.6175	0.7335

Na análise elemento por elemento em relação ao número de raízes comerciais nesta localidade, encontramos três correlações que podem ser consideradas fortes, sendo em ordem decrescente de intensidade: relação RC/ K_2O , RC/MO e RC/ P_2O_5 e, a pior relação a de RC/ NO_3^- para esse caso, como mostra a figura 5.

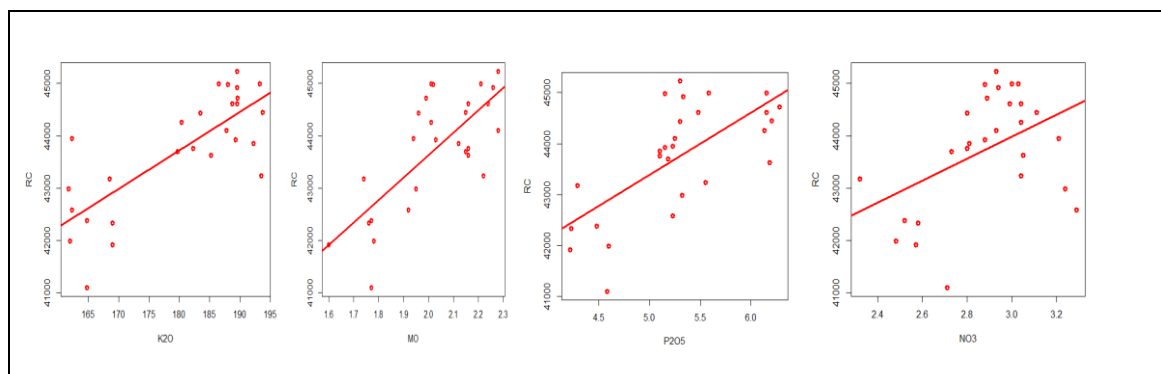


Fig. 5 Núvem de pontos e rectas de regressão para o número de raízes comerciais e quatro variáveis de solo com as quais se encontrou a melhor correlação.

A análise dos elementos que constituem a fertilidade do solo, o modelo de regressão linear múltipla que explica a produção total em kg/ha com a sigla PT, em função da matéria orgânica e nutrientes do solo, apresenta um coeficiente de determinação R^2 de 0,9837 com um valor de “p-value” de $2,667e^{-10}$, trata-se portanto de “bom” modelo que permite explicar 98% da variabilidade da produção em kg/ha.

Na análise dos principais elementos do solo (matéria orgânica, fósforo, potássio, azoto amoniacal e azoto nítrico), assim como, o cobre e o zinco, o chamado modelo reduzido, mostra-se semelhante ao global. O coeficiente de determinação, R^2 de 0,9755, não diminuiu muito, encontrando-se mais próximo do valor R^2 ajustado de 0,9664 com “p-value” de $6,057e^{-14}$, o que significa robustez desta relação (Anexo II. Tabela 3). A retirada de um outro elemento principal não afecta muito a relação, acontecendo o mesmo quando os elementos são combinados dois a dois na maioria dos casos. Neste local e no caso da variável em estudo, na combinação dois a dois as duas melhores foram: MO + Zn e MO + Cu, apresentando a primeira um R^2 de 0,9142, R^2 ajustado de 0,907, “p-value” de $1.593e^{-13}$ e no segundo, R^2 de 0,9083, R^2 ajustado de 0,9007, “p-value” de $3.529e^{-13}$.

A análise de variância dos dois modelos (ANOVA 3), mostra não existir diferença significativa entre os dois modelos, “p-value” > 0,05 o que nos leva à hipótese nula da igualdade dos modelos. Este facto leva-nos a pensar que os elementos retirados do modelo inicial não têm influência na produção total de mandioca por hectare.

ANOVA 3						
	Res.Df	RSS	Df	SQD	F	Pr(>F)
1	14	1524490				
2	19	2292262	-5	-767772	1.4102	0.2801

A correlação entre a variável produção total e cada um dos sete elementos do solo, dão indicação de que as três melhores são: PT/MO com valor de correlação 0,9496254, R^2 de 0,9018, R^2 ajustado de 0,8979 seguindo-se PT/ NH_4^+ com correlação de 0,8396233, e PT/ K_2O com 0,7792291, (ver figura 6). O zinco e cobre têm importância quando acompanhados com a matéria orgânica ou por microelemento.

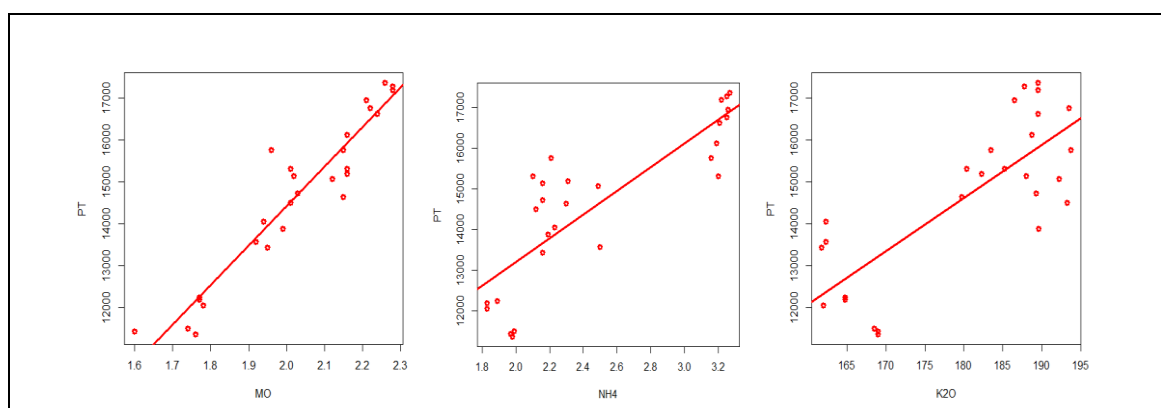


Fig. 6 Nuvem de pontos e rectas de regressão para a produção total (kg/ha) e três variáveis de solo com as quais se encontrou a melhor correlação.

Ao nível do conjunto de elementos que constituem a fertilidade do solo o modelo de regressão linear múltipla que explica a produção comercial em kg/ha com a sigla PC em função da matéria orgânica e nutrientes do solo apresenta um coeficiente de determinação R^2 de 0,9775 “p-value” de $2,082e^{-09}$.

Trata-se de um “bom” modelo que permite explicar em 98% da variabilidade da produção comercial em kg/ha.

Na análise dos principais elementos do solo (matéria orgânica, fósforo, potássio, azoto amoniacal e azoto nítrico), assim como o cobre e o zinco, o chamado modelo reduzido, nota-se que apresenta-se semelhante ao global. O coeficiente de determinação, R^2 de 0,969, não diminuiu muito, encontrando-se mais próximo do valor R^2 ajustado de 0,9576 com “p-value” de $5,539e^{-13}$, o que mostra a robustez desta relação (Anexo II. Tabela 4). A retirada de um ou outro elemento no modelo final de uma maneira geral não afecta muito a relação, pois o coeficiente de determinação e o ajustado mantêm-se próximos com “p-value” baixo.

Na combinação dos elementos dois a dois verificou-se que MO + Zn com o valor do coeficiente de determinação de 0,916, ajustado de 0,909, “p-value” de $1,236e^{-13}$ e MO + K_2O com R^2 de 0,9153, R^2 ajustado de 0,9082, “p-value” de $1,982e^{-12}$, constituem as melhores combinações. As duas piores combinações são aquelas em que o cobre e o zinco intervêm como: Cu + NO_3^- , R^2 de 0,3344, R^2 ajustado de 0,2789, “p-value” de 0,007565 e Zn + Cu com R^2 de 0,3679, R^2 ajustado de 0,3172, “p-value” de 0,00393.

A análise de variância dos dois modelos (ANOVA 4), mostra não existir diferença significativa entre os dois modelos “p-value” > 0,05 o que nos leva à hipótese nula da igualdade dos modelos. Este facto leva-nos a pensar que os elementos retirados do modelo inicial não têm influência na produção total de mandioca por hectare.

ANOVA 4						
	Res.Df	RSS	Df	SQD	F	Pr(>F)
1	14	2402937				
2	19	3314956	-5	-912018	1.0627	0.4213

A correlação entre a variável produção comercial em kg/ha e cada um dos elementos do solo, leva-nos a concluir que as três melhores são: PC/MO com valor de correlação de 0,945583 PC/ K_2O com 0,8183644 e PC/ NH_4^+ com 0,8160274, (ver figura 7). Pior correlação teve o Zinco com valor de 0,5045992 e Cobre de 0,3206893.

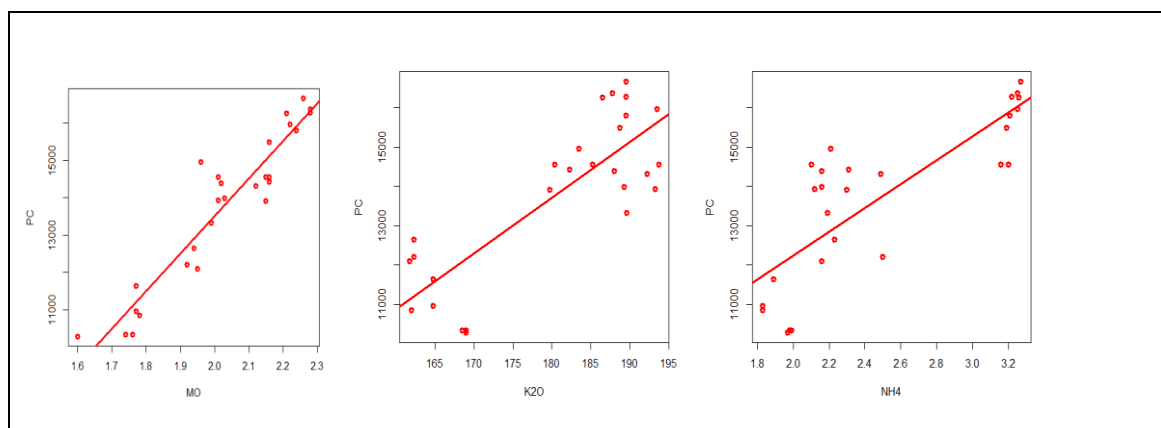


Fig. 7 Nuvem de pontos e rectas de regressão para a produção comercial (kg/ha) e três variáveis de solo com as quais se encontrou a melhor correlação.

4.1.2– Correlações no Mazozo (Anexo I.2)

Ao nível do conjunto de elementos que constituem a fertilidade do solo o modelo de regressão linear múltipla que explica o número de raízes comerciais (RC) em função da matéria orgânica, macro e micro nutrientes do solo apresenta um coeficiente de determinação R^2 de 0,8992, “p-value” de $5,298e^{-05}$. Trata-se portanto de um “bom” modelo que permite explicar cerca de 90% da variabilidade do número de raízes comerciais.

Na análise dos principais elementos do solo (matéria orgânica, fósforo, potássio, azoto amoniacal e azoto nítrico), o chamado modelo reduzido, apresenta-se semelhante ao global. O coeficiente de determinação, R^2 de 0,8507, não diminuiu muito, encontrando-se mais próximo do valor r^2 ajustado de 0,8152 “p-value” de $5,151e^{-08}$ (Anexo II. Tabela 5).

A análise de variância dos dois modelos (ANOVA 5), mostra não existir diferença significativa entre os dois modelos, “p-value” > 0,05 o que nos leva à hipótese nula da igualdade dos modelos. Este facto leva-nos a pensar que os elementos retirados do modelo inicial não têm influência no número de raízes comerciais.

ANOVA 5						
	Res.Df	RSS	Df	SQD	F	Pr(>F)
1	14	1644432				
2	21	2433974	-7	-789542	0.9603	0.4946

No modelo reduzido, a retirada de um outro elemento principal não afecta muito a relação salvo quando é suprimido o NH_4^+ , o coeficiente de determinação passa a 0,7745, o ajustado a 0,7335, tornando os dois mais distantes, assim como, acontece um ligeiro aumento do “p-value” ($7,307e^{-07}$).

Na combinação dos elementos dois a dois, as melhores combinações são: RC/MO+NH₄⁺ com R² de 0,8026, R² ajustado de 0,7861, “p-value” de 3,507e⁻⁰⁸ e, RC/P₂O₅+ NO₃⁻ com R² de 0,765, R² ajustado de 0,7454 e “p-value” de 2,837e⁻⁰⁸.

A pior combinação é sem dúvida a RC/MO+K₂O com R² de 0,2001, R² ajustado de 0,1335 e “p-value” 0,06886.

A correlação entre a variável número de raízes comerciais no Mazozo e cada um dos elementos dos cinco elementos do solo, leva-nos a concluir que a combinação RC/NO₃⁻ é a melhor com valor de 0,83011 e R² de 0,6891e a RC/ P₂O₅ a pior por apresentar correlação negativa em relação ao número de raízes comerciais (Anexo II. Tabela 6).

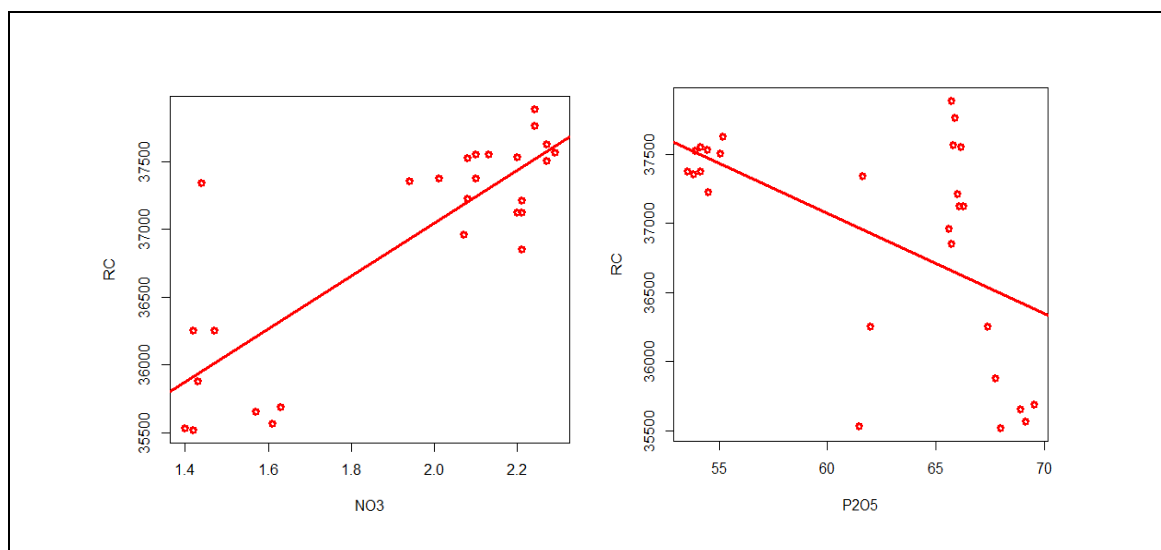


Fig. 8 Núvem de pontos e rectas de regressão para o número de raízes comercial e uma variável de solo com a qual se encontrou a melhor correlação e outra com a pior.

Ao nível do conjunto de elementos que constituem a fertilidade do solo o modelo de regressão linear múltipla que explica a produção total de mandioca em kg/ha (PT) em função da matéria orgânica, macro e micro nutrientes do solo, apresenta um coeficiente de determinação R² de 0,9696 e “p-value” de 1,646e⁻⁰⁸.

Trata-se portanto de um “ bom” modelo que permite explicar 97% da variabilidade da produção total em kg/ha.

Na análise dos principais elementos do solo (matéria orgânica, fósforo, potássio, azoto amoniacal, azoto nítrico, cobre e zinco), o chamado modelo reduzido, nota-se que este modelo apresenta-se semelhante ao global. O coeficiente de determinação, R² de 0,9481, não diminuiu muito, encontrando-se mais próximo do valor R² ajustado de 0,929 “p-value” de 6,962e⁻¹¹.

A análise de variância dos dois modelos (ANOVA 6), mostra não existir diferença significativa entre os dois modelos “p-value” > 0,05, o que nos leva à hipótese nula da igualdade dos modelos. Daqui conclui-se que os elementos retirados do modelo inicial não tiveram influência na produção total de mandioca em kg/ha.

ANOVA 6						
	Res.Df	RSS	Df	SQD	F	Pr(>F)
1	14	4912984				
2	19	8391270	-5	-3478286	1.9823	0.1439

No modelo reduzido, a retirada de um ou outro elemento principal, não afecta muito a relação, o mesmo acontece quando desta é suprimido um dos dois micronutrientes (Anexo II. Tabela 7).

Na combinação dos elementos dois a dois, na maior parte dos casos consegue-se muito boa relação entre macro nutriente. Nesta localidade, o zinco e cobre apenas combinam bem com o potássio e o azoto nítrico.

A correlação entre a variável da produção e cada um dos elementos do solo, a PT/NO_3^- apresenta a melhor correlação com a produção total em kg/ha, 0,9244914, um coeficiente de determinação de 0,8547 muito próximo do ajustado com valor de 0,8489 “p-value” de $5,74e^{-12}$. O zinco e o cobre apresentam correlação muito fraca com a produção total e, nos macronutrientes o fósforo valores negativos. A figura 34 refere-se as três melhores correlações encontradas nesta localidade entre produção total e elementos do solo.

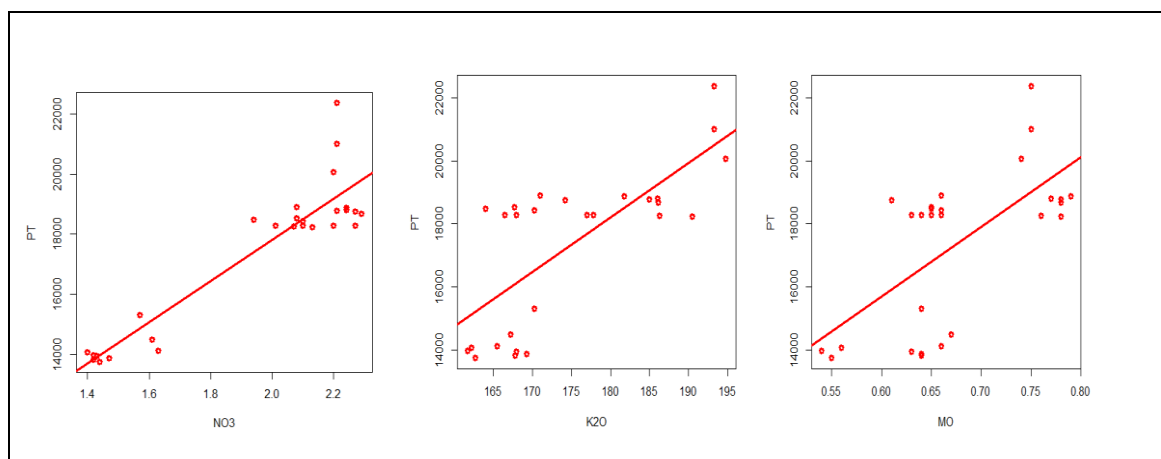


Fig. 9 Núvem de pontos e rectas de regressão para a produção total em kg/ha e três variáveis de solo com a qual se encontrou a melhor correlação.

Pelos resultados obtidos nesta localidade em relação a produção total e elementos do solo, pode-se concluir que esta relação só se torna de uma maneira geral forte quando os elementos são combinados, o que significa que elevar um só elemento e manter os outros não resolve a situação.

Ao nível do conjunto de elementos que constituem a fertilidade do solo, o modelo de regressão linear múltipla que explica a produção total de mandioca em kg/ha (PC), em função da matéria orgânica, macro e micro nutrientes do solo apresenta um coeficiente de determinação R^2 de 0,9726 e “p-value” de $8,18e^{-09}$.

Trata-se portanto de um “ bom” modelo que permite explicar 97% da variabilidade da produção comercial em kg/ha no Mazozo.

Na análise dos principais elementos do solo (matéria orgânica, fósforo, potássio, azoto amoniacal, azoto nítrico, cobre e zinco), o chamado modelo reduzido, apresenta-se semelhante ao global. O coeficiente de determinação, R^2 de 0,9489, não diminuiu muito, encontrando-se mais próximo do valor R^2 ajustado de 0,9301 “p-value” de $6,07e^{-11}$.

A análise de variância dos dois modelos (ANOVA 7), mostra não existir diferença significativa entre os dois modelos (“p-value” > 0,05) o que nos leva à hipótese nula da igualdade dos modelos. Este facto leva-nos a concluir que os elementos retirados do modelo inicial não têm influência na produção comercial de mandioca em kg/ha.

ANOVA 7						
	Res.Df	RSS	Df	SQD	F	Pr(>F)
1	14	4789385				
2	19	8924987	-5	-4135602	2.4178	0.08855

No modelo reduzido, a retirada de um outro elemento principal não afecta muito a relação, o mesmo acontece quando desta é suprimido um dos dois micronutrientes.

Na combinação dos elementos dois a dois, na maior parte dos casos consegue-se muito boa relação entre macro nutriente (Anexo II. Tabela 8). Nesta localidade o zinco e cobre apenas combinam bem com o potássio e o azoto nítrico.

A correlação entre a produção comercial e cada um dos elementos do solo, a RC/NO_3^- apresenta-se como a melhor com valor de 0,923332, um coeficiente de determinação de 0,8525 muito próximo do R^2 ajustado com 0,8466 e um “p-value” de $6,9e^{-12}$.

O zinco e o cobre apresentam correlação muito fraca com a produção comercial, e nos macronutrientes o fósforo valores negativos.

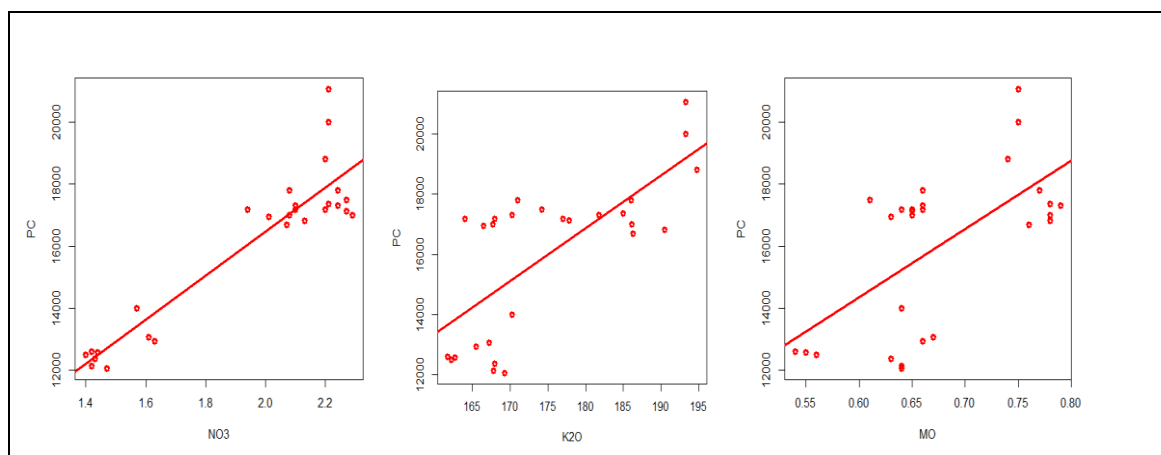


Fig. 10 Núvem de pontos e rectas de regressão para a produção comercial em kg/ha e três variáveis de solo com a qual se encontrou a melhor correlação.

A melhoria das condições física e químicas do solo com a incorporação de leguminosas tiveram um papel importante para as relações encontradas entre produção de mandioca e elementos do solo.

A produção em número de raízes, e em kg/ha depende fundamentalmente dos teores e disponibilidades dos elementos do solo (matéria orgânica, azoto, fósforo e potássio).

No estudo de correlações, de uma maneira geral, para a matéria orgânica, azoto e potássio em cada aumento de cada um deste elemento correspondeu um aumento de cada variável de produção, justificando assim as diferenças significativas de produção total e comercial de mandioca, verificadas entre as modalidades com incorporação das duas leguminosas e a testemunha.

Embora os teores de matéria orgânica possam ter aumentado pouco com a incorporação das duas leguminosas, estes aumentos permitiram uma correlação forte entre a produção total e comercial como se pode ver nas figuras (4, 6 e 7).

Vários autores assim como, Alcântara *et al.*, (2000) e Calegari *et al.*, (1993) referem uma correlação estreita entre a incorporação de leguminosas no solo, com o aumento da fertilidade e da produtividade das culturas.

4.2. Discussão dos Resultados

4.2.1 Culturas Intercalares

A falta de trabalhos realizados em Angola no domínio de adubação química e verde de mandioca, conduz-nos na discussão, somente a exemplos de países que possuem algum domínio e experiência neste campo, que cada vez mais se vai tornando importante para o bem da humanidade.

A produção depende de vários factores (internos e externos), e falando do comportamento das duas culturas intercalares referidas, verificamos que, o desenvolvimento vegetativo e a quantidade média de biomassa produzida por hectare de cada leguminosa neste trabalho, apresentaram variações em função das condições edafoclimáticas das duas zonas, (o tratamento estatístico de todos os resultados apresentam no anexo I).

A produção média anual de biomassa e a sua contribuição em elementos principais, assim como os valores da relação carbono/ azoto das duas leguminosas intercalares encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Produção média anual de biomassa e elementos principais do solo

Local	Culturas	MS (kg/ha)	Carbono (kg/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	C/N
Mazozo	Cajanus	8.107,0	4.310,38	291,8	60,8	177,5	14,77
	Leucaena	2.608,32	1.363,59	116,6	15,9	72,8	11,73
Cacuso	Cajanus	4.186,08	2.225,68	150,7	31,4	91,67	14,77
	Leucaena	1.154,06	605,1	51,6	7,03	32,2	11,73

A produção média de biomassa das duas leguminosas foi relativamente superior no Mazozo em relação a Cacuso. O Cajanus produziu mais 48% e a Leucaena 55,75%.

Como referimos anteriormente, a Leucaena é uma planta de clima quente, alcança melhores produções nas regiões onde a temperatura varia de 25 a 30°C, com precipitações entre 250 a 1.700 mm/ano e uma altitude até 1.700 m, verificando-se que acima dos 500 m o crescimento é limitado, não resistindo a temperaturas muito baixas. O Cajanus, também é uma planta de regiões quentes, alcança as maiores produções no intervalo de temperaturas de 20 - 40°C, com precipitações variando de 500 a 1.500 mm/ano.

Neste contexto, a diferença de produção verificada pode ser atribuída, em grande medida, às diferenças edafoclimáticas das duas localidades, onde no Mazozo se verificam temperaturas médias anuais de 25-26°C, altitude de 70 m e em Cacuso, 20-21°C e uma altitude de 1.145 m.

Será de referir ainda que o *Cajanus*, terá um desenvolvimento mais rápido que a *Leucaena* e produziu maior quantidade de biomassa logo no primeiro corte, aos três meses, e a *Leucaena* por ter um desenvolvimento inicial mais lento, apenas atingiu máximo de produção de biomassa no segundo corte, aos seis meses, o que também justifica as diferenças verificadas.

Salmi et al. (2006), avaliando a produção de biomassa por área e os teores de azoto fósforo, potássio e a dinâmica de libertação desses nutrientes, em seis genótipos de *Cajanus cajan*, em sistema de culturas intercalares, observaram que a média de produtividade de biomassa era de 5,9 t/ ha (MS), variando a acumulação de nutrientes na planta entre:

- 188,3 e 261,3 kg/ha para o Azoto;
- 7,2 e 9,4 kg/ha para o Fósforo;
- 29,3 e 45,5 Kg/ha para o Potássio.

Suzuki e Alves (2006) obtiveram valores de produção de biomassa para o *Cajanus* de 32.708 kg/ha em matéria verde. No entanto, Pirai (2004) referiu que a produção de biomassa em *Cajanus* anão, cultivar IAPAR 43 Aratã, era de 20a 30.00 t/ha, valores que convertidos em matéria seca serão semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Queiroz (2006), avaliando a produtividade de biomassa da parte aérea de sete espécies de leguminosas (*Albizia lebbeck*, *Peltophorum dubium*, *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan*, *Sesbania virgata*, *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Gliricidia sepium*) e a acumulação de azoto, fósforo e potássio nessas leguminosas arbóreas, em sistemas agro-florestais com culturas intercalares, bem como o efeito da adição de fósforo sobre as leguminosas, verificou que, em ensaios com adição ou não deste elemento, a maior produtividade de biomassa seca da parte aérea foi obtida pelo *Cajanus*, respectivamente 5.371 kg/ha e 6.017 kg/ha. O autor afirma que o *Cajanus* é menos exigente em relação ao fósforo que as demais leguminosas avaliadas, e que, possivelmente, desenvolve uma associação bastante eficiente com micorrizas, uma vez que conseguiu manter uma elevada produtividade de biomassa seca em solos com baixos teores de fósforo, em comparação com as demais espécies.

Segundo Queiroz (2006), o *Cajanus* e a *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp, devido à alta produtividade de biomassa seca, são capazes de beneficiar o rendimento do milho, sem custos adicionais com a aquisição de fertilizantes químicos, na maioria das vezes oneroso para a agricultura familiar.

O *Cajanus* tem-se mostrado uma excelente leguminosa para inclusão em sistemas intercalares de cultivo, podendo produzir até 11t/ha de biomassa seca, incorporando no sistema até 283 kg /ha de azoto e 23 Kg /ha de fósforo, (Alves et al., 2004).

Greenland, (1977) e Franco, (1978), encontraram valores entre 90 a 150 kg/ha de azoto na biomassa de *Cajanus*. Os resultados de 150,7 e 291,8 kg/ha de azoto obtidos em Cacuso e Mazozo estão próximos daqueles autores.

Particularizando o fósforo, os resultados de 60,8 kg/ha no Mazozo e 31,4 kg/ha em Cacuso são muito superiores às referências de Alves *et al*, (2004) e Salmi et al, (2006), 23 kg/ha e 9,4 kg/ha respectivamente.

Relativamente ao potássio, Salmi et al, (2006) encontrou valores que variaram entre 29,3 e 45,5 kg/ha, inferiores aos obtidos neste trabalho, nas duas localidades.

Bertalot (2003), refere que 1 tonelada de biomassa de *Leucaena* contém 31 kg de azoto, 1.4 kg de Fósforo e 15 kg de potássio. De acordo com Vanlauwe *et al*. (1996), a aplicação de 6,25 t de biomassa de *Leucaena* equivale ao fornecimento de 78 kg de azoto/ ha. Os nossos resultados em azoto diferem em mais 30,9 kg/ha no Mazozo e 13,78 kg/ha em Cacuso aos encontrados por Vanlauwe (1996) e em 36 kg/ha e 5,1 kg/ha respectivamente em relação aos resultados de Bertalot, (2003). O mesmo autor encontrou em relação ao fósforo valores de 1,4 kg/t enquanto nas nossas condições 6 kg/t de biomassa nas duas localidades.

O desenvolvimento lento inicial da *Leucaena*, nas nossas condições, pode ser a causa primária das diferenças em relação ao *Cajanus*, pois só no segundo corte esta leguminosa consegue produzir maiores quantidades de biomassa.

Stampford et al, (1994), encontrou uma relação Carbono/Azoto no *Cajanus* de 16,8 valor próximo do encontrado neste trabalho (C/N=14,77).

Kang *et al*. (1981), consideram que a *Leucaena* possui uma relação C/N baixa. Os resultados de (C/N=11,77) para a *Leucaena* nas duas zonas confirmam este facto.

O facto de a relação C/N não ser muito elevada, tem como consequência uma mineralização mais rápida da matéria orgânica incorporada e logo uma mais rápida disponibilização dos nutrientes para a planta, permitindo que esta incorporação possa desempenhar funções de uma adubação verde.

Entre os efeitos da adubação verde sobre a fertilidade do solo estão: o aumento do teor de matéria orgânica, a maior disponibilidade de nutrientes, a maior capacidade de troca catiónica efectiva do solo, o favorecimento da produção de ácidos orgânicos, de fundamental importância para a solubilização de minerais, a diminuição dos teores de Al de troca através de sua complexação, e o incremento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil, (Calegari *et al*., 1993).

4.2.2. Composição Física e Química do Solo

4.2.2.1. pH do Solo

O pH do solo, além de variar com diversos factores, é uma medida operacional que não se identifica, exactamente com a verdadeira reacção do solo. Por outro lado não toma normalmente em consideração as diferentes características do solo, nomeadamente: a matéria orgânica, a argila, e, sobretudo a actividade de Alumínio, que pode influenciar o crescimento das plantas (Santos,2012).

Utilizando leguminosas, incluindo o *Cajanus* e *Leucaena* como adubos verdes, Nascimento, J.T. *et al* (2003) encontraram, em “litosols”, diferenças significativas entre as leguminosas e a testemunha.

Wade e Sanchez (1983), Sidiras e Pavan (1985) observaram aumento significativo do pH do solo por influência da adubação verde.

Tendo em consideração os tipos de solos utilizados (pH inicial acima de 5,5 e de textura franco arenosa) seria de esperar variações pouco significativas com a incorporação de leguminosas no solo.

Em média, quer em Cacuso, assim como no Mazozo os valores de pH (H₂O) e em (KCl) não apresentaram realmente variações significativas.

No presente trabalho a incorporação das duas leguminosas não elevou de maneira significativa o pH. Pode-se pensar que a variação pH, além do tipo de leguminosa utilizada, e da quantidade de biomassa incorporada depende também da actividade microbiana do solo e do estado inicial do mesmo. Só assim se justificam os resultados obtidos. Também Caceres (1994) não constatou alterações expressivas no teor de pH.

4.2.2.2 Condutividade do Solo

A análise do solo mostra o efeito significativo da incorporação das leguminosas em relação à condutividade (Ce) como mostra a tabela 3, e como seria de esperar dado o acréscimo importante de nutrientes no solo, provenientes da decomposição da biomassa incorporada, em particular no caso do *Cajanus*.

Em Cacuso, em média, as modalidades com incorporação das duas leguminosas conduziram a uma condutividade significativamente superior em relação à mandioca estreme (testemunha).

Tabela 3. Condutividade do solo (Ce) ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

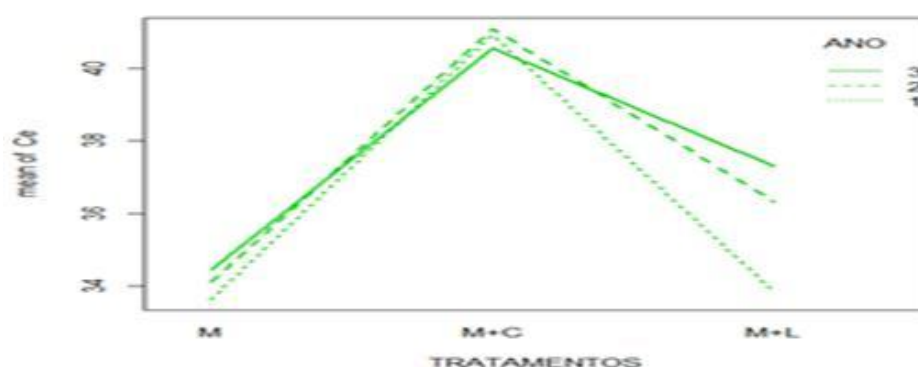
Locais	Tratamentos	Anos			Média Exp:
		1	2	3	
Cacuso	Mandioca (Ma)	33,65 a	34,12 a	34,45 a	34,07 a
	Ma + Cajanus	40,92 b	41,08 b	40,55 b	40,85 b
	Ma +Leucaena	33,84 a c	36,31 c	37,29 c	35,82 c
	cv (%)				9,18
Mazozo	Mandioca (Ma)	30,88 a	30,77 a	30,1	30,58 a
	Ma + Cajanus	34,37 b	34,29 b	34,04 b	34,24 b
	Ma +Leucaena	32,31 c	33,20 b c	31,59 c	32,37 c
	cv (%)				4,61

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, $p < 0,05$)

A mandioca intercalada com Cajanus apresentou mais 19,9% e com Leucaena 5,1% relativamente à testemunha. De igual modo, a modalidade com Leucaena apresentou valores inferiores em 14,76% relativamente à modalidade com Cajanus.

O terceiro ano apresentou valores significativamente superiores aos restantes. Os resultados ora obtidos dão indicação que a quantidade de biomassa incorporada conduzem a um aumento importante do teor de nutrientes no solo contribuindo para aumentar o potencial produtivo destes solos.

Existem interações significativas entre anos de cultivo e tratamentos nesta localidade com maior destaque quando é incorporada a Leucaena ao solo (Fig. 4).

**Fig. 11** Condutividade em Cacuso ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Relativamente ao Mazozo, repete-se a mesma situação de Cacuso. Os valores de Ce da mandioca intercalada com o Cajanus foram significativamente superiores à

testemunha e, 11,97% e à Leucaena, em 6,1%. Por seu lado, com a Leucaena os resultados foram, superiores à testemunha em 5,85%.

Na análise ano a ano, há uma tendência decrescente dos valores na testemunha e no Cajanus no primeiro ano e uma subida no segundo ano, seguida de uma redução no terceiro na Leucaena. Neste caso não foram encontradas interações entre os dois factores.

Com os resultados conseguidos é de admitir que a incorporação destas leguminosas ao solo tem influência significativa sobre a condutividade eléctrica do solo. Admitimos também que o material fresco, quando incorporado, conduzirá inicialmente a um processo de concentração de sais e concomitantemente a uma subida da condutividade eléctrica do solo (Ce), e à medida que a decomposição avança regista-se uma diminuição, porventura provocada pela extracção dos nutrientes pela mandioca e/ou perdas por lixiviação. Brito, (1993), Chanyasak *et al*, (1982), Stewart e Meeck, (1977) chegaram a conclusões semelhantes.

4.2.2.3. Matéria Orgânica

A designação matéria orgânica é atribuída a um vasto e heterogéneo conjunto de substâncias que, embora apresentando em comum o facto de serem produtos orgânicos, podem apresentar características acentuadamente diferentes, consoante a sua origem e o grau de transformação que tenham sofrido (Santos,2012).

Os níveis adequados são benéficos para o solo de várias formas: melhoram as condições físicas, aumentam a retenção de água, melhoram o solo para a sua mobilização ou preparação, diminuem as perdas por erosão, fornecem nutrientes para as plantas. A maioria dos benefícios ocorre em função dos produtos libertados à medida que os resíduos orgânicos são decompostos no solo. De acordo com Espíndola, (1997), a adubação verde relaciona-se com o ganho de matéria orgânica no sistema.

Os dados da tabela 4 referem-se aos teores de matéria orgânica no solo.

Tabela 4. Teores de MO (%) no solo

Locais	Tratamentos	Anos			Média Exp:
		1	2	3	
Cacuso	Mandioca (Ma)	0,66 a	0,64 a	0,55 a	0,61 a
	Ma + Cajanus	0,75 b	0,77 b	0,78 b	0,77 b
	Ma +Leucaena	0,64 a	0,66 a	0,64 a	0,65 c
	cv (%)				10,04
Mazozo	Mandioca (Ma)	1,94 a	1,77 a	1,70 a	1,80 a
	Ma + Cajanus	2,16 b	2,22 b	2,27 b	2,22 b
	Ma +Leucaena	2,00 a c	2,00 c	2,14 c	2,05 c
	cv (%)				8,52

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, $p < 0,05$)

Em Cacuso, em média, as modalidades com incorporação das duas leguminosas conduziram a teores de matéria orgânica significativamente superiores aos da mandioca estreme.

Os valores da matéria orgânica encontrados na intercalação de mandioca com *Cajanus* são significativamente superiores aos da cultura estreme em 26,23%, e da *Leucaena* em 19,67%. Por sua vez, os teores de matéria orgânica com incorporação da *Leucaena* são significativamente superiores aos da mandioca estreme em 6,56%. Um dos maiores problemas apontados por muitos autores quando falam dos solos das zonas tropicais relaciona-se com o baixo teor de matéria orgânica. Os resultados obtidos podem servir de incentivo na procura de metodologias para colmatar este grande problema.

Na análise ano a ano, nos tratamentos com leguminosas intercaladas, o teor em matéria orgânica sobe em cada ano com a incorporação de *Cajanus*, flutua no caso da *Leucaena* e diminui na testemunha.

Na modalidade com *Cajanus* não foram encontradas diferenças entre os anos e, na *Leucaena* os valores do primeiro ano foram significativamente inferiores do terceiro. Na cultura estreme o primeiro ano mostra-se significativamente superior ao segundo e ao terceiro. Justifica-se a diminuição dos teores da matéria orgânica ao longo dos anos na testemunha porque quando esta é colhida praticamente não deixa resíduos no solo devido ao aproveitamento integral da parte aérea, como material de propagação ou mesmo como lenha.

Existem interações significativas entre tratamentos e anos de ensaio, muito notáveis em relação à cultura estreme onde o ano 1 ano apresenta teores significativamente superiores aos do ano 3, acontecendo o contrário com o *Cajanus* (ver anexo IV.1).

No Mazozo, o comportamento das três modalidades foi similar, verificando-se contudo diferenças mais acentuadas nos teores de matéria orgânica.

Os valores da modalidade com incorporação de *Cajanus* são significativamente superiores aos da cultura estreme em 23,33% e os da intercalação com *Leucaena* em 9,44%. A modalidade com *Leucaena* por sua vez, tem teores de MO significativamente superiores aos da testemunha em 13,9%.

Na análise ano a ano, houve aumentos consideráveis dos teores de MO com a incorporação de *Cajanus*, manutenção nos primeiros e aumento no terceiro com a intercalação de *Leucaena* e um decréscimo de vulto nos três anos na cultura estreme. Contudo não foram registadas diferenças significativas entre os anos em todos tratamentos embora ocorram interações significativas em todos tratamentos (ver

anexo IV.2). Estes resultados são muito encorajadores para o uso das duas leguminosas, principalmente no caso do Cajanus, com o objetivo de aumentar o teor de matéria orgânica no solo. Quer isso dizer que ao fim de três anos de incorporação das duas leguminosas, de uma maneira geral, o solo ficou mais enriquecido em matéria orgânica relativamente à testemunha.

As diferenças significativas dos teores de matéria orgânica entre tratamentos provam a eficácia das duas leguminosas no concernente à melhoria das condições físicas e químicas do solo e, como veremos mais à frente, no aumento da produção em termos quantitativos e qualitativos. Estas diferenças parecem ter uma certa lógica porquanto o Cajanus apresentou maiores produções de biomassa nas duas localidades. A conclusões semelhantes chegaram (Pereira Filho *et al*, 2000) e (Lourenço *et al*, 1993).

4.2.2.4. Azoto

4.2.2.4.1. Azoto Amoniacal

Para se alcançarem boas produções o azoto é o segundo macroelemento mais extraído no solo pela mandioca logo a seguir ao Potássio.

A deficiência em Azoto provoca crescimento reduzido da planta e em algumas cultivares ocorre amarelecimento uniforme e generalizado das folhas o que dificulta a fotossíntese.

Os dados da tabela 5 referem-se aos teores de azoto amoniacal no solo.

Tabela 5. Teor de Azoto Amoniacal (mg/kg)

Locais	Tratamentos	Anos			Média
		1	2	3	Exp:
Cacuso	Mandioca (Ma)	7,00 a	6,36 a	5,31 a	6,23 a
	Ma + Cajanus	7,23 a b	7,38 b	6,68 b	7,10 b
	Ma +Leucaena	5,54 c	6,63 c	5,41 a c	5,53 c
	cv (%)				10,22
Mazozo	Mandioca (Ma)	2,98 a	1,85 a	1,98 a	2,04 a
	Ma + Cajanus	3,18 b	3,24 b	3,25 b	3,22 b
	Ma +Leucaena	2,14 a c	2,18 c	2,37 c	2,23 c
	cv (%)				20,72

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa ($p < 0,05$)

Em Cacuso, em média, a modalidade com incorporação de *Cajanus* conduziu a teores de azoto amoniacal significativamente superiores aos da mandioca estreme em 13,96% e da intercalação de *Leucaena* em 25,2%.

Na análise ano a ano, a incorporação do *Cajanus* proporcionou valores significativamente superior aos da mandioca estreme e da *Leucaena* nos três anos. Por sua vez os da *Leucaena* foram significativamente inferiores à mandioca estreme no primeiro, superiores no segundo, e sem nenhuma significância no terceiro ano.

Os valores de NH_4^+ com intercalação de *Cajanus* sobem no segundo e baixam no terceiro ano, tal como se verificou na modalidade com a *Leucaena*. Na cultura estreme houve decréscimo no teor de NH_4^+ ao longo dos anos.

Existem interações significativas entre tratamentos e ano de cultivo principalmente na mandioca estreme e *Cajanus* (ver anexo IV.3).

No Mazozo, em média, foram encontradas diferenças significativas entre a modalidade com incorporação de *Cajanus* e a de *Leucaena*, assim como com a testemunha. Os valores da modalidade com incorporação de *Cajanus* são significativamente superiores aos da cultura estreme em 57,84% e da incorporação da *Leucaena* em 48,53%.

Na análise ano a ano, os teores de Azoto Amoniacal nas modalidades com incorporação de leguminosas, sempre foram significativamente superiores aos da mandioca estreme.

Os valores da *Leucaena* são significativamente superiores aos da testemunha em 9,31%.

Na análise ano a ano, o *Cajanus* foi significativamente superior à mandioca estreme e à *Leucaena* nos três anos. Por sua vez a *Leucaena* foi significativamente inferior à cultura estreme no primeiro, superior no segundo e terceiro anos.

Os valores de NH_4^+ nas duas leguminosas sobem de ano para ano e atingem os valores mais elevados no terceiro ano.

Com a incorporação de *Cajanus* os valores de NH_4^+ do primeiro ao terceiro não são significativamente diferentes. Os valores de NH_4^+ no terceiro ano foram significativamente superiores aos do primeiro com a incorporação de *Leucaena*. Na cultura estreme o teor desta forma de azoto diminuiu de ano para ano. Estes aumentos podem ser devidos a um processo de mineralização mais lento desta leguminosa. Existem interações significativas entre tratamento e ano de cultivo principalmente na mandioca estreme e *Leucaena* (ver anexo IV.4).

4.2.2.4.2. Azoto Nítrico

Os dados da tabela 6 referem-se aos teores de azoto nítrico (NO_3^-) no solo.

Tabela 6. Teor de Azoto Nítrico (mg/kg)

Locais	Tratamentos	Anos			Média Exp:
		1	2	3	
Cacuso	Mandioca (Ma)	1,60 a	1,44 a	1,42 a	1,49 a
	Ma + Cajanus	2,21 b	2,14 b	2,26 b	2,20 b
	Ma +Leucaena	2,25 b c	2,09 b c	2,02 c	2,12 c
	cv (%)				16,4
Mazozo	Mandioca (Ma)	3,25 a	2,57 a	2,49 a	2,77 a
	Ma + Cajanus	3,07 a b	3,01 b	2,93 b	3,00 b
	Ma +Leucaena	2,99 c b	2,85 b c	2,78 bc	2,87 c
	cv (%)				3,27

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa ($p < 0,05$)

Em Cacuso, média, as modalidades com incorporação de leguminosas conduziram a teores de NO_3^- significativamente superiores aos da mandioca estreme.

Com a incorporação do Cajanus foram obtidos, valores de NO_3^- significativamente superiores aos da mandioca estreme em 47,65% e, em relação a Leucaena intercalada a mandioca em e 5,37%. Por sua vez, a incorporação da Leucaena proporcionou valores de significativamente superiores da estreme em 42,28%.

Na análise ano a ano, a intercalação das duas leguminosas apresentou valores significativamente superiores aos da mandioca estreme nos três anos, mas a utilização do Cajanus superiorizou-se à Leucaena apenas no terceiro. Os valores de NO_3^- na modalidade com Cajanus mantém um certo equilíbrio nos primeiros anos e aumentaram no terceiro, enquanto com a intercalação da Leucaena e na testemunha decrescem.

Com a incorporação do Cajanus os valores de NO_3^- não se mostram significativamente diferentes ao longo dos anos, tal como na modalidade com Leucaena. Com a utilização das duas leguminosas é o primeiro ano que se superioriza ao terceiro.

No Mazozo o comportamento foi semelhante ao de Cacuso, tendo variado apenas os seus valores percentuais. Assim, a incorporação do Cajanus apresentou valores significativamente superiores à cultura estreme e à Leucaena em 8,3 e 4,7% respectivamente. Por outro lado, a intercalação da Leucaena também conduziu a valores superiores à testemunha em 3,61%.

Na análise ano a ano, a incorporação das duas leguminosas não apresentam diferenças de valores de NO_3^- . Na testemunha, os valores do primeiro ano foram significativamente superiores aos dos dois subsequentes.

Registam-se aqui três movimentos, o de aumento do teor em NO_3^- que acontece com a incorporação de *Cajanus*, e a diminuição suave com a *Leucaena* e rápida com a testemunha. Existem interações significativas principalmente em relação à testemunha e à *Leucaena* (ver anexo IV. 5).

As duas leguminosas utilizadas neste trabalho mostraram ter raízes capazes de explorar o solo em grandes profundidades, permitindo a mobilização de nutrientes para camadas superficiais. Associado a isto, é de referir que no presente trabalho, o *Cajanus* produziu nas duas localidades mais matéria seca que a *Leucaena* o que, resultou no fornecimento de maiores quantidades de nutrientes ao solo, assim como no aumento dos teores de matéria orgânica o que concomitantemente interfere de forma positiva na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas. Por outro lado, com a incorporação das duas leguminosas a relação C/N alterou-se influenciando certamente a velocidade de decomposição da matéria orgânica e disponibilização dos nutrientes. Isto justifica as diferenças significativas entre a mandioca intercalada com leguminosas e em cultura estreme. Alvarenga, (1993); Kiehl, (1960) e Miller, (1998), chegaram a constatações semelhantes.

Segundo Espíndola *et al.*, (1997) os benefícios da prática da adubação verde relacionam-se directamente com o ganho de matéria orgânica no sistema, proporcionando melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo estimulando a actividade microbiana e, consequentemente, proporcionando, através da concorrência, redução do potencial de inóculo de agentes patogénicos que vivem no solo, como fungos, bactérias e nematóides. Realça também que os efeitos da adubação verde nas propriedades químicas do solo são bastante variáveis, dependendo de factores como a espécie utilizada, o manejo dado à biomassa, a época de plantação e corte do adubo verde, o tempo de permanência dos resíduos no solo, as condições locais, e a interacção entre esses factores. A superioridade revelada nas modalidades com *Cajanus* parece cumprir com os requisitos de bom adubo verde, como o descrito por este autor.

Neste trabalho cultivando mandioca no mesmo solo três anos seguidos, houve manutenção e em alguns casos aumento dos teores dos elementos principais com a incorporação de *Cajanus* e *Leucaena* ao solo, o que vai de encontro aos resultados de vários autores em trabalho anteriores.

Em Cacuso, a incorporação de *Cajanus* promoveu em média um aumento de 13,96% de NH_4^+ e de 47,65% de NO_3^- , enquanto a *Leucaena* 42,28% NO_3^- .

No Mazozo, com o *Cajanus* os aumentos foram de 57,84% de NH_4^+ e 8,3% de NO_3^- . Situação similar com a *Leucaena* com aumentos de 9,31% de NH_4^+ e 3,61% de NO_3^- .

Estes resultados são superiores aos de Leal *et al* (1979) e Wilson *et al* (1982).

Heizmann (1985), Stampford *et al.* (1994), também encontraram diferenças significativas em relação à testemunha mesmo utilizando outras espécies de leguminas.

Mulongoy e Akobundu, (1985) apresentam produções entre 30 a 300 kg/ha de azoto por ano com a incorporação de *Cajanus*, Alves *et al.* (2004) conseguiram 283 kg. Os resultados encontrados neste trabalho nas duas localidades são próximo daqueles autores.

Trabalhando com *Leucaena* como adubo verde, Barreto e Fernandes, (2001) apresentaram produções da ordem de 26,9 kg/t de matéria verde. Resposta semelhante obtiveram Camargo *et al.* (1968) e Lourenço *et al.* (1993). Nas nossas condições encontramos valores mais altos, podendo-se pensar que a acumulação de azoto, além da espécie utilizada depende certamente de outros factores.

4.2.2.5. Fósforo Assimilável

Os dados da tabela 7 referem-se aos teores de fósforo no solo.

Tabela 7. Teor de Fósforo Assimilável (mg/kg)

Locais	Tratamentos	Anos			Média Exp:
		1	2	3	
Cacuso	Mandioca (Ma)	69,18 a	67,70 a	61,68 a	66,19 a
	Ma + <i>Cajanus</i>	65,99 b	65,94 b	65,78 b	65,90 a b
	Ma + <i>Leucaena</i>	54,90 c	54,19 c	53,83 c	54,30 c
	cv (%)				8,91
Mazozo	Mandioca (Ma)	5,26 a	4,55 a	4,25 a	4,69 a
	Ma + <i>Cajanus</i>	6,18 b	5,54 b	5,29 b	5,67 b
	Ma + <i>Leucaena</i>	6,19 b c	5,20 c	5,13 c	5,50 c
	cv (%)				8,08

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, $p < 0,05$)

Em Cacuso, em média, as modalidades com incorporação das duas leguminas apresentam valores inferiores de fósforo em relação à mandioca estreme. Este resultado parece estar influenciado pelo facto de poder ter havido consumo deste elemento pelas culturas intercalares (em especial no caso da *Leucaena*) na fase inicial do processo, que posteriormente veio compensar estas perdas pela incorporação de biomassa, permitindo manter algum equilíbrio no teor de fósforo disponível, até porque a mandioca não é particularmente exigente neste elemento.

Confirmando esta situação, na testemunha ocorre uma diminuição dos teores de fósforo de ano para ano, por não se ter incorporado biomassa no solo.

Existem interações significativas entre tratamentos e anos de ensaio, muito notáveis em relação à cultura estreme, onde o ano 1 apresenta teores significativamente superiores aos dos anos 2 e 3 (ver anexo IV.6).

No Mazozo, inicialmente, os teores de fósforo no solo eram muito inferiores aos de Cacuso. Em média, o comportamento das modalidades com incorporação de leguminosas foi diferente. Os valores da modalidade com incorporação de leguminosas são significativamente superiores aos da cultura estreme em 20,9% para *Cajanus* em 3,62% com *Leucaena*. A modalidade com *Leucaena* por sua vez, tem teores de fósforo significativamente superiores aos da mandioca estreme em 17,27%.

Na análise ano a ano, para todos os tratamentos houve decréscimos do teor de fósforo no solo.

Com a incorporação do *Cajanus*, os valores do primeiro ano são significativamente superiores aos dos anos subsequentes e consideram-se iguais no segundo e terceiro ano, tendo-se verificado o mesmo com a *Leucaena*. Situação semelhante, ocorreu na testemunha porém com decréscimos mais pronunciados. Nesta localidade existem interações significativas entre tratamentos e ano de ensaio para as três modalidades. O primeiro ano apresentou os teores mais altos de fósforo e o terceiro os mais baixos (ver anexo IV.7).

Os valores do teor de fósforo observados na testemunha em Cacuso, foram superiores à modalidade com incorporação de *Cajanus* no primeiro e segundo ano e com a *Leucaena* em todos os ensaios. Tal facto poderá ser explicado pela capacidade das raízes desta cultura se associar a micorrizas arbusculares (fungo com capacidade de se estender no solo, funcionando como um sistema radicular adicional, e absorver nutrientes de um volume maior de solo, transferindo-os para as raízes colonizadas).

É de admitir que, as condições de Cacuso tenham sido mais favoráveis a esta simbiose permitindo a importação do fósforo da profundidade para as raízes e também porque o fósforo não é extraído em grandes quantidades pela mandioca como foi referido. Por outro lado trata-se de um solo com uma percentagem baixa de matéria orgânica que foi aumentando anualmente com a incorporação de leguminosas. No terceiro ano o teor de fósforo na modalidade com incorporação de *Cajanus* foi superior em relação à testemunha, coincidindo com alguma acumulação de matéria orgânica no solo, facto que dá sustentabilidade à ideia de que as leguminosas contribuíram para a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo.

A capacidade de mobilização do fósforo do solo pela incorporação de leguminosa está dependente da quantidade de biomassa e de matéria orgânica que uma determinada

espécie pode produzir, das condições climáticas e da flora do solo. Sidiras e Pavan, (1985) e Espíndola *et al.*, (1997), chegaram a constatações semelhantes. A reduzida variação dos teores de fósforo na testemunha prova a actividade das micorrizas, situação verificada por alguns autores, (Miranda, (1997). Os baixos valores encontrados com a incorporação de *Leucaena* podem ser devido às elevadas exigências desta espécie em fósforo, conforme referido por (Alves *et al.*;2004), (Alcântara *et al.* 2000) e (Nascimento e Silva 2003). Barreto e Fernandes (2001).

4.2.2.6. Potássio Assimilável

A mandioca é uma cultura muito exigente em potássio, e a deficiência deste elemento no solo promove crescimento e vigor reduzido da planta, entre-nós curtos, pecíolos curtos e folhas pequenas. Quando a deficiência é muito severa ocorrem manchas avermelhadas, amarelecimento e necrose dos ápices e bordas das folhas inferiores, que envelhecem prematuramente e caem. Verifica-se ainda necrose e ranhuras finas nos pecíolos e na parte superior das hastes. Segundo Fukuda *et al.*, (2003), para uma produção de 25 toneladas de raiz de mandioca, são extraídos do solo 146 Kg de potássio.

Na Tabela 8 são apresentados, os resultados do teor Potássio (mg/kg). Em Cacuso, em média, as modalidades com incorporação das duas leguminosas conduziram a teores significativamente superiores à testemunha.

Tabela 8. Teor de Potássio Assimilável (mg/kg)

Locais	Tratamentos	Anos			Média
		1	2	3	Exp:
Cacuso	Mandioca (Ma)	167,67 a	168,35 a	162,25 a	166,09 a
	Ma + Cajanus	193,75 b	187,25 b	184,63 b	188,54 b
	Ma +Leucaena	176,35 c	169,67 a c	166,17 a c	170,73 c
	cv (%)				5,53
Mazozo	Mandioca (Ma)	162,08 a	163,83 a	168,83 a	164,92 a
	Ma + Cajanus	189,25 b	189,83 b	188,92 b	189,33 b
	Ma +Leucaena	187,75 b c	186,92 b c	184,77 b c	186,48 b c
	cv (%)				6,05

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, $p < 0,05$)

Os valores de potássio encontrados na intercalação de mandioca com *Cajanus* são significativamente superiores aos da cultura estreme em 13,52%, e da *Leucaena* em 10,72%. Por sua vez, os teores de potássio com incorporação da *Leucaena* são significativamente superiores aos da mandioca estreme em 2,79%.

Na análise ano a ano, a modalidade com intercalação do *Cajanus* foi significativamente superior à da mandioca estreme e à da *Leucaena* nos três anos. Por sua vez, a incorporação de *Leucaena* apresentou teores superiores à testemunha no primeiro ano, comportando-se quase de igual modo no segundo e terceiro anos, com diferenças mínimas.

Os valores de potássio baixam de ano para ano e no terceiro ano atingem os valores mais reduzidos em todos os tratamentos. Embora existam diferenças significativas entre os anos, não se verificaram interações entre factores (ver anexo IV.8).

Os valores de potássio encontrados na modalidade com incorporação de *Cajanus* no primeiro ano, são significativamente superiores aos do segundo e terceiro. Similar comportamento ocorreu com a intercalação da *Leucaena*.

No Mazozo, em média, foram encontradas diferenças significativas entre as modalidades com incorporação de leguminosas e a cultura estreme. Os valores da modalidade com incorporação de leguminosas são significativamente superiores aos da cultura estreme em 14,8% para *Cajanus* e em 13,07% com *Leucaena*.

Na análise ano a ano, os teores de potássio nas modalidades com incorporação de leguminosas, sempre foram significativamente superiores aos da mandioca estreme. De notar que, as duas modalidades intercaladas mostraram-se iguais quanto ao teor de potássio. As pequenas diferenças entre elas, podem estar relacionadas com a quantidade de biomassa produzida.

Não se verificaram variações significativas ano a ano quando analisado cada tratamento em função do ano de cultivo

No cômputo geral, independentemente dos trabalhos serem realizados em ambientes agro-ecológicas diferentes, a utilização de leguminosas como culturas intercalares da mandioca mostrou ser uma boa prática para a melhoria e manutenção dos teores de potássio no solo o que se revela de particular interesse para esta cultura. Alcântara, (1998), Pequeno, (1999) e Pereira Filho *et al*, (2000) também encontraram vantagens quanto ao uso de leguminosas no aumento do teor de potássio no solo.

No caso, o *Cajanus* mostrou ser mais eficiente que a *Leucaena* nas duas localidades.

4.2.2.7. Micronutrientes

De uma forma geral a bibliografia refere que os micronutrientes são consumidos em pequenas quantidades pela cultura da mandioca.

Por escassez de informação e porque no nosso caso os valores apresentam uma grande dispersão (coeficiente de variação acima dos 30%), sem possibilidade temporal de repetição de ensaios, não mereceram uma abordagem especial. (em anexo apresenta-se tabelas da análise de variância de cada elemento). De qualquer modo por

não se terem verificado sintomas de carências durante a realização dos ensaios admitimos que os teores destes elementos no solo satisfizeram as principais necessidades desta cultura.

4.2.3. Produção de Mandioca

4.2.3.1. Biomassa

A produção de raízes tuberosas é sem dúvida o objectivo principal quando falamos de mandioca. Quando se utilizam leguminosas, em sistema intercalar, com o objectivo de servirem como adubo verde, torna-se necessário avaliar a relação entre o desenvolvimento da parte aérea e o das raízes através do Índice de colheita (IC), que pode variar em função do peso da parte aérea, da produção de raízes tuberosas e da finalidade da cultura. A relação entre a área foliar total e a área do solo disponível para a planta conhecida como Índice da Área Foliar (IAF), obtida pelo espaçamento utilizado também é um elemento importante para a produção. Apesar da importância deste parâmetro, por dificuldade de logística, não nos foi possível recolher estas informações.

Cardoso Júnior *et al.*, (2005) e Conceição (1983), em ensaios de mandioca, consideraram adequados valores de (IC) superiores a 60%.

Segundo Cock, (1982), a planta de mandioca, para obter maiores produções de raízes tuberosas deve alcançar rapidamente um IAF em torno de 3,0 e mantê-lo durante todo ciclo vegetativo.

Segundo Cock *et al.*, (1977), e Enyi, (1972^a), um desenvolvimento exuberante da parte aérea pode ocasionar baixos rendimentos de raízes. Altos rendimentos de raízes podem ser obtidos com um menor desenvolvimento da parte aérea. Alguns autores referem que, no período de repouso fisiológico aparente, que ocorre nos meses mais secos e frios do ano, há uma passagem dos hidratos de carbono solúveis das folhas para as hastes, antes da senescência das folhas, e, posteriormente ocorre a translocação dos hidratos de carbono solúveis, das hastes para as raízes, favorecendo neste período o seu desenvolvimento, embora de uma maneira lenta.

No caso de Angola, determinar a produção de biomassa na mandioca é um exercício de elevada importância, pois para além do objectivo principal, que consiste em estabelecer uma relação entre esta variável e a produção de raízes tuberosas, também permite saber se um determinado sistema pode conciliar o aumento deste e a colheita de folhas alimentares, denominadas localmente como “kizaca” o que na prática pode ser considerada uma poda. Este produto é largamente consumido e conquistou um mercado próprio no país, servindo também como de fonte de obtenção de receitas

para muitas famílias, principalmente para as que praticam agricultura próximo de grandes concentrações populacionais.

Rao e Mathuva (2000) ao intercalarem milho e *Cajanus* obtiveram um aumento de produção de milho na ordem dos 24% em relação aos resultados obtidos com o milho em rotação com o *Cajanus* e este cereal em cultivo estreme e contínuo.

Juo et al. (1995) observaram, que a produção de milho foi superior quando cultivado intercalado com *Leucaena* ou *Cajanus*. O *Cajanus* apresentou teores mais elevados de Azoto (2,6%) nos resíduos que foram aplicados ao solo.

No sul da Nigéria, Ngambeki (1985) demonstrou que, o sistema intercalar milho e *Leucaena* proporcionou um aumento de produção do cereal em 60% quando comparado ao milho em cultivo estreme, além de reduzir o uso de fertilizantes azotados.

Na Tabela 9 são apresentados, os resultados do desenvolvimento da parte aérea da mandioca.

Tabela 9. Produção de biomassa da mandioca (kg/ha)

Local	Tratamentos	ANO DO ENSAIO			Média de Produção
		2008/2009	2009/2010	2010/2011	
Cacuso	Mandioca (Ma)	17.146,0 a	15.771,0 a	16.010,0 a	16.309,0 a
	Ma+Cajanus	21.333,0 b	21.521,0 b	21.978,0 b	21.611,0 b
	Ma+Leucaena	20.333,0 b c	18.604,0 c	19.229,0 c	19.389,0 c
	CV (%)	5,38	1,71	5,78	12,36
Mazozo	Mandioca (Ma)	31.519,0 a	31.595,0 a	30.462,0 a	31.192,0 a
	Ma+Cajanus	34.209,0 b	34.228,0 b	34.076,0 b	34.171,0 b
	Ma+Leucaena	33.914,0 b c	33.425,0 b c	33.559,0 b c	33.633,0 b c
	CV (%)	2,03	1,03	1,27	4,25

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, $p < 0,05$)

Em Cacuso, a incorporação de *Cajanus* e *Leucaena* conduziram a produções de biomassa total por hectare significativamente superiores às da mandioca estreme. A mandioca intercalada com *Cajanus* produziu mais 32,5% e com a *Leucaena* 18,88% de biomassa relativamente à testemunha.

Analisando ano a ano, com o *Cajanus* intercalado, a produção de biomassa em relação à mandioca estreme é significativamente superior. Idêntica situação se verifica com a *Leucaena*

Não foram encontradas interações entre as modalidades e anos de cultivo, provando-se assim que as diferenças encontradas se devem à incorporação das duas leguminosas.

Relativamente ao Mazozo, com incorporação de *Cajanus* e *Leucaena*, também as produções de biomassa total por hectare são significativamente superiores às da mandioca estreme, em 9,55% no caso do *Cajanus* e 7,82% no caso da *Leucaena*.

Analisando ano a ano, com o *Cajanus* intercalado, a produção de biomassa em relação à mandioca estreme é significativamente superior. Esta situação não se verifica com a *Leucaena*, o que pode estar relacionado com a menor quantidade de biomassa produzida.

Seria de esperar que após dois anos de cultivo de mandioca estreme no mesmo solo, houvesse um declínio considerável dos teores de fertilidade, levando a um menor desenvolvimento da parte aérea, contudo não existem interações entre anos de cultivo e tratamentos nesta localidade relacionada com a produção de biomassa.

De uma maneira geral as produções médias, apresentaram comportamento idêntico. Com a incorporação de *Cajanus*, nos dois locais, a produção de biomassa de mandioca manteve-se praticamente constante ao longo dos anos. No caso da *Leucaena*, registou-se uma queda de produção no segundo ano e subida no terceiro em Cacuso, provavelmente devido às condições climáticas, mantendo-se estável no Mazozo. A testemunha registou em Cacuso, uma produção inferior no segundo e terceiro ano e no Mazozo apenas no terceiro. Mazozo, situado numa zona de baixas precipitações anuais, não há tanto o perigo da perda de nutrientes do solo por lixiviação. Por outro lado, tratando-se de “arenosols” a raiz tem maior possibilidade de explorar áreas mais profundas do solo.

Estes resultados evidenciam o papel fundamental da incorporação de leguminosas no solo no aumento da produção de biomassa da mandioca, podendo traduzir um ganho quanto ao aumento da disponibilidade de material de propagação (estacas) para campanhas agrícolas seguintes e disponibilização de mais alimentos (kizaca) à população. Por outro lado será também benéfico quanto a produção de raízes, (Cock *et al.*, 1977) e de (Enyi, 1972^a).

4.2.3.2 Produção Total

Na Tabela 10 são apresentados, os resultados à produção total de mandioca (kg/ha).

Tabela 10. Produção Total (kg/ha)

Local	Tratamentos	ANO DO ENSAIO			Média de Produção
		2008/2009	2009/2010	2010/2011	
Cacuso	Mandioca (Ma)	14.633,0 a	13.874,0 a	13.925,0 a	14.144,0 a
	Ma+Cajanus	21.144,0 b	18.417,0 b	18.792,0 b	19.451,0 b
	Ma+Leucaena	18.438,0 c	18.625,0 b c	18.344,0 b c	18.468,0 c
	CV (%)	3,44	7,27	1,23	14,38
Mazozo	Mandioca (Ma)	13.688,0 a	12.167,0 a	11.437,0 a	12.431,0 a
	Ma+Cajanus	15.729,0 b	16.771,0 b	17.298,0 b	16.599,0 b
	Ma+Leucaena	14.565,0 a c	15.206,0 c	14.965,0 c	14.912,0 c
	CV (%)	8,12	4,32	3,64	12,95

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, ($p < 0,05$)

Em Cacuso, verifica-se que em média, os tratamentos com incorporação de Cajanus e Leucaena conduziram a uma produção total significativamente superior à da mandioca estreme. Em termos percentuais, a mandioca intercalada com Cajanus produziu mais 37,5% e com Leucaena 30,57% que a testemunha. Entre as duas leguminosas a modalidade de mandioca intercalada com Cajanus mostrou-se significativamente superior à Leucaena em 6,95%.

Na análise ano a ano, nas modalidades com as duas leguminosas, a produção total de mandioca em relação à testemunha foi sempre significativamente superior. Na comparação das duas leguminosas na modalidade com Cajanus intercalado a produção foi significativamente superior.

A produção média total mostra que o ano 1 é significativamente mais produtivo que os outros, provavelmente devido ao facto de os locais escolhidos para os ensaios se encontrarem em pousio há muito tempo.

Existem interacções significativas entre as modalidades e anos de cultivo, sendo mais evidente na mandioca estreme do que com incorporação de Cajanus (ver anexo V. 1).

Relativamente ao Mazozo, em média, com incorporação das leguminosas a produção total de mandioca por hectare foi significativamente superior à da mandioca estreme. Neste local, a produção com a incorporação de Cajanus e Leucaena foi superior em 33,53% e 19,96% respectivamente. Do mesmo modo a utilização do Cajanus como cultura intercalar superou de maneira significativa a Leucaena em 13,57%.

Ao longo dos anos a intercalação mandioca e Cajanus no Mazozo, produziu melhores resultados. A maior produção de mandioca na combinação mandioca com Cajanus aconteceu no terceiro ano e com Leucaena no segundo. Na mandioca estreme registou-se, a maior produção no primeiro ano como seria de esperar, por se tratar de uma parcela que ficou cerca de dez anos em pousio.

Nesta localidade, houve interação significativa na testemunha e na mandioca intercalada com *Cajanus* (ver anexo IV. 2)

Estes resultados estão muito próximo dos encontrados por Cardoso Júnior N. S. *et al.*, (2004) em ensaios de adubação realizados na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista, onde obtiveram um aumento de rendimento de 4,4 t/ha de raízes frescas com uso de 400 Kg/ha de Azoto.

A FAO estimou, até 1990, rendimentos da mandioca em Angola de 4 a 6 t/ha, valores que foram crescendo ao longo dos anos. Os últimos dados estimados por aquela organização, até 2010, apontam para rendimentos de 13t/ha.

Alberto (1957), afirmava que o rendimento médio em raízes frescas estava avaliado em 12 t/ha. Muondo (2005) em inquéritos realizados em Cacuso, província de Malanje e Mazozo encontrou rendimentos variando entre 12 e 14 t/ha.

O rendimento obtido neste trabalho pela mandioca em sistema isolado, vai de encontro ao calculado pela FAOSTAT, (2010), e encontrado por, Muondo (2005) e Alberto (1957a). Nos nossos ensaios, com as duas culturas intercalares, foram obtidas produções bastantes superiores às daqueles autores, sendo que com o *Cajanus* os resultados foram superiores aos da *Leucaena* nas duas localidades.

Também, Hodtke *et al.*, (1997), Espindola, (2001), Ribas *et al.*, (2002) e Genevro *et al.*, (2006) observaram aumento no rendimento da mandioca decorrente da consociação com leguminosas.

Podemos justificar estes aumentos de produção, pela quantidade de biomassa que é produzida por corte e pela quantidade de nutrientes fornecidos ao solo como veremos adiante, decorrentes de uma relação carbono azoto (C/N) relativamente elevada, levando a uma mineralização mais lenta e à disponibilização de nutrientes num período mais longo.

Pensa-se pelos resultados conseguidos, que a incorporação das leguminosas ao solo, nas entrelinhas da mandioca, promoveu um desenvolvimento rápido da cultura atingindo o mais rápido possível o IAF favorável à produção de raízes tuberosas.

Outro parâmetro relacionado com a produção é o Índice de colheita (IC), traduzido pela relação entre o peso de raízes frescas e peso da parte aérea. Segundo, Cardoso Júnior *et. al.*, (2005) e Conceição, (1983), valores acima de 60% são considerados adequados. Em experiências realizadas no Paraná, Vidigal Filho *et al.* (2000) observaram valores para essa característica que variaram entre 38% a 79%.

No presente trabalho, realizada a colheita aos 12 meses, em Outubro e durante três anos consecutivos obtivemos IC's elevados na localidade de Cacuso, de 86, 90 e 95% nos tratamentos 1, 2, e 3 respectivamente e, no Mazozo de 58, 65 e 59%, o que vem justificar em parte as diferenças de rendimento por hectare verificadas nos dois locais.

Assim, nas condições de ensaio, o aumento da produção de parte aérea não foi suficiente para provocar um desequilíbrio entre desenvolvimento da parte aérea e da raiz, o que causaria diminuição no rendimento da cultura, tendo então como resultado um aumento de produção.

Parece-nos que o *Cajanus* se adaptou mais facilmente às condições experimentais no presente trabalho. A mandioca como cultura estreme em Cacuso apresenta uma diminuição de produção por ano mais gradual que Mazozo, porventura devido ao facto do solo não ter sido cultivado num período muito longo, às diferenças das condições ambientais (escassez de precipitações, altas temperaturas, humidade relativa alta) e também pelo baixo teor em matéria orgânica que apresenta (devido a queimadas sucessivas), com uma conseqüente redução da disponibilidade de nutrientes perdidos por lixiviação.

Em média, a produção de 1 tonelada de mandioca + parte aérea corresponde a uma extracção de 4,92 kg de N, 1,08 kg de P e 5,84 Kg de K (Souza, *et al*, 2003).

Em Cacuso as quantidades de macroelementos fornecidos pelo *Cajanus* parecem satisfazer as necessidades da cultura, dado o aumento de produção verificado e não se ter verificado sintomas de carências nas plantas, mesmo na testemunha.

No Mazozo parece ter havido consumo de luxo, pois, as quantidades de macroelementos fornecidas foram quase o dobro das prováveis necessidades para aquela produção. Nesta situação seria de recomendar a incorporação de cerca de metade de biomassa de *Cajanus* em cada corte para a mandioca e alocar a parte restante do material para outras culturas alimentares.

Com a incorporação de *Leucaena* em Cacuso, as quantidades de macronutrientes produzidos parecem por si só não ter sido suficientes para suprirem as necessidades da cultura, mas foram sem dúvidas um substancial acréscimo aos teores já existentes.

No Mazozo, as quantidades de macroelementos resultantes da incorporação desta leguminosa parecem estar mais próximos das necessidades da mandioca.

4.2.3.3. Produção em número de raízes

4.2.3.3.1. Raízes Comerciais

Entre os vários objectivos do cultivo da mandioca, como foi referido, destaca-se o alimentar e o económico. Deste modo, o número total de raízes tuberosas produzido por hectare dividiu-se em raízes comerciais e não comerciais à semelhança do que é feito pelos agricultores.

Na Tabela 11 são apresentados, os resultados sobre o número de raízes comerciais de mandioca.

Tabela 11. Número de Raízes Comerciais

Local	Tratamentos	ANO DO ENSAIO			Média de Produção
		2008/2009	2009/2010	2010/2011	
Cacuso	Mandioca (Ma)	35.636 a	35.882 a	36.376 a	35.965 a
	Ma+Cajanus	37.062 b	37.213 b	37.737 b	37.337 b
	Ma+Leucaena	37.552 b c	37.374 b c	37.428 b c	37.451 b c
	CV (%)	1,64	0,98	0,34	2,15
Mazozo	Mandioca (Ma)	43.175 a	41.827 a	42.474 a	42.492 a
	Ma+Cajanus	44.231 a	44.283 b	44.751 b c	44.421 b
	Ma+Leucaena	44.656 a	44.450 b c	43.772 a c	44.293 b c
	CV (%)	1,93	1,48	1,16	2,53

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa $p < 0,05$)

Em Cacuso, em média, com incorporação de Cajanus e Leucaena a produção total de raízes comerciais por hectare foi significativamente superior à da mandioca estreme. Em termos percentuais, a mandioca intercalada com Cajanus produziu mais 3,81% e com a Leucaena 4,13% de raízes comerciais do que a testemunha.

Na análise ano a ano, com o Cajanus intercalado, a produção de raízes comerciais em relação à testemunha é significativamente superior. Idêntica situação se verifica com a Leucaena.

Não existem interações entre anos de cultivo e tratamentos nesta localidade, relacionadas com a produção de raízes comerciais.

No Mazozo, em média, com incorporação de Cajanus e Leucaena a produção de raízes comerciais por hectare foi significativamente superior à da mandioca estreme. Em relação à mandioca em cultura estreme foi superior em 2,44% no caso do Cajanus e 3,43% no caso da Leucaena.

Na análise ano a ano, o tratamento com o Cajanus intercalado, a produção de raízes comerciais em relação à testemunha é significativamente superior. O mesmo tratamento revelou-se também superior ao tratamento com Leucaena no segundo ano.

A produção média de raízes comerciais mostra não haver um ano significativamente mais produtivo embora no terceiro ano seja ligeiramente maior. Como acontece em Cacuso, não há interações significativas.

De uma maneira geral as modalidades com incorporação de leguminosas tiveram melhor comportamento que a testemunha o que claramente prova a sua importância na melhoria da produção desta cultura.

Os resultados obtidos permitem afirmar que, a incorporação de massa verde do *Cajanus* e da *Leucaena* tiveram efeitos positivos quanto ao aumento do número de raízes comerciais ao nível das duas localidades, nomeadamente pelo facto de a relação C/N levar a uma disponibilização de nutrientes relativamente rápida por mineralização da MO incorporada. A planta pareceu reagir muito favoravelmente à melhoria das condições de produção. Com o aumento do teor de MO provavelmente, pelo menos em Cacuso, as raízes terão maior possibilidade se desenvolverem. As condições do solo melhoraram levando a um aumento significativo das dimensões das raízes.

Lopes, (2003) e Lopes *et al.* (2006) ao incorporarem *Crotalaria pumila* nas entrelinhas da mandioca, efectuando três cortes durante o ciclo, chegaram a conclusões similares.

Schaffrath e Miller (2000), utilizaram diferentes espécies de leguminosas e concluíram que a mandioca responde positivamente embora de maneira diferenciada a cada espécie.

4.2.3.3.2. Raízes não Comerciais

Uma das tarefas mais difíceis no processamento da mandioca é o descasque, operação que exige uma dimensão da raiz que facilite a operação. A mandioca com diâmetro muito pequeno dificulta o manuseamento não servindo para a comercialização e processamento. Geralmente estas raízes são aproveitadas para a alimentação de animais e em alguns casos rejeitadas e deixadas no campo.

Na produção o que se pretende é maximizar o número de raízes comerciais.

Na Tabela 12 são apresentados, os resultados do número de raízes não comerciais de mandioca.

Tabela 12. Número de Raízes Não Comerciais

Local	Tratamentos	ANO DO ENSAIO			Média de Produção
		2008/2009	2009/2010	2010/2011	
Cacuso	Mandioca (Ma)	4.330 a	4.000 a	3.485 a	3.430 a
	Ma+Cajanus	2.833 b	2.722 b c	2.960 a	2.838 b
	Ma+Leucaena	2.515 b c	2.775 a c	2.673 a	2.655 c
	CV (%)	14,98	15,97	6,51	22,79
Mazozo	Mandioca (Ma)	3.333 a	3.121 a	2.599 a	3.018 a
	Ma+Cajanus	3.141 a	3.355 a	2.812 a	3.103 a
	Ma+Leucaena	2.958 a	2.271 a	2.645 a	2.645 a
	CV (%)	21,82	20,85	14,05	20,12

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, $p < 0,05$)

Verifica-se que em Cacuso, com a incorporação de *Cajanus* e *Leucaena* a produção total de raízes não comerciais por hectare foi significativamente inferior à da mandioca estreme. A mandioca intercalada com *Cajanus* produziu menos 17% e com *Leucaena* 22,59% de raízes não comerciais que a testemunha. Na comparação entre as duas leguminosas, a *Leucaena* leva vantagem pois produziu menos 5,33% que o *Cajanus*.

Na análise ano a ano, no tratamento com o *Cajanus* intercalado, a produção de raízes não comerciais em relação à testemunha foi significativamente inferior nos dois primeiros anos. Com a utilização da *Leucaena* apenas no primeiro ano se registaram diferenças significativamente inferiores.

Contudo, a produção média de raízes não comerciais mostra que não existe ano significativamente menos produtivo, pelo que também não existem interações entre anos de cultivo e tratamentos nesta localidade.

Em relação a Mazozo, a incorporação de *Cajanus* e *Leucaena* conduziu a um número inferior de raízes não comerciais, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. A mandioca em cultura estreme produziu mais 2,81% e 12,36% que nas outras modalidades.

Na análise ano a ano, no tratamento com *Cajanus* intercalado, a produção de raízes não comerciais em relação à testemunha foi superior no segundo e terceiro ano e inferior no primeiro mas não de maneira significativa. O número de raízes não comerciais na modalidade com *Leucaena*, foi sempre muito inferior em relação à testemunha. A produção média de raízes não comerciais mostra não haver um ano significativamente menos produtivo. Como acontece em Cacuso, não há interações significativas.

Coincidentemente, em Cacuso, no ano agrícola 2009/2010, o *Cajanus* apresentou maior número de raízes comerciais e também o menor número de raízes não comerciais e, com a *Leucaena*, a mesma situação ocorreu no ensaio de 2010/2011. Situação similar acontece no Mazozo no ano agrícola 2010/2011 com o *Cajanus* e 2009/2010 com a *Leucaena*.

Durante o ciclo de ensaios a regularidade das precipitações melhorou de uma maneira crescente e o ano agrícola de 2010/2011 foi o melhor em ambas as localidades. Pode-se pensar que a coincidência observada entre o aumento do número de raízes comerciais e a redução das não comerciais pode estar ligada a este factor, para além da melhoria das condições de solo e da disponibilidade de nutrientes.

A mandioca é uma espécie que em condições de “stress” hídrico, como mecanismo de defesa, fecha os estomas reduzindo desta forma a actividade fotossintética, o que retarda em grande medida a formação e engrossamento das raízes tuberosas. Quando se regista regularidade das chuvas, não necessita de utilizar este mecanismo de defesa

permitindo assim um desenvolvimento normal das raízes, o que também justifica o ocorrido neste trabalho.

4.2.3.4 Produção em massa

4.2.3.4.1. Produção Comercial

O valor económico na produção da mandioca é caracterizado pela diferença entre a produção total e a não comercial (raízes com diâmetro muito pequeno, defeituosas, mal formadas que não se prestam ao comércio).

Na Tabela 13 são apresentados, os resultados da produção em kg/ha de raízes comerciais.

Tabela 13. Produção Comercial (kg/ha)

Local	Tratamentos	ANO DO ENSAIO			Média de Produção
		2008/2009	2009/2010	2010/2011	
Cacuso	Mandioca (Ma)	13.329,0 a	12.118,0 a	12.550,0 a	12.689,0 a
	Ma+Cajanus	19.958,0 b	16.958,0 b	17.375,0 b	18.097,0 b
	Ma+Leucaena	17.271,0 c	17.375,0 b c	17.104,0 b c	17.250,0 c
	CV (%)	4,65	8,51	1,55	16,19
Mazozo	Mandioca (Ma)	12.319,0 a	11.155,0 a	10.331,0 a	11.268,0 a
	Ma+Cajanus	14.863,0 b	16.006,0 b	16.433,0 b	15.767,0 b
	Ma+Leucaena	13.935,0 b c	14.448,0 c	14.216,0 c	14.000,0 c
	CV (%)	8,01	4,87	3,3	14,75

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, $p < 0.05$

Em Cacuso, em média, os tratamentos com incorporação das duas leguminosas conduziram a produções significativamente superiores às da mandioca estreme. A mandioca intercalada com Cajanus produziu mais 42,62% e com Leucaena 35,94% de peso comercial de raízes que em cultura estreme. De igual modo, a modalidade com o Cajanus intercalado produziu mais 6,67% que a da Leucaena.

Na análise ano a ano, as modalidades com leguminosas intercaladas, a produção comercial é significativamente superior. No primeiro ano a modalidade com Cajanus obteve produções significativamente superiores relativamente à Leucaena.

A produção comercial média mostra que o segundo ano é significativamente menos produtivo, o que parece compreensível pelo facto de se registar uma diminuição da fertilidade do solo na mandioca estreme e nas modalidades com culturas intercalares a

incorporação não poder ainda restituir por completo os nutrientes extraídos pela mandioca no primeiro ano.

Existem interações significativas entre anos de cultivo e tratamentos nesta localidade como é o caso da modalidade com Cajanus e de mandioca estreme, onde o ano 1 se mostra significativamente superior ao 2 e 3 (ver anexo V. 3).

No caso de Mazozo, em média, os tratamentos com incorporação de Cajanus e Leucaena conduziram a produções por hectare significativamente superiores à da mandioca estreme. Na comparação entre as duas leguminosas, a modalidade com Cajanus teve produção significativamente superior à da Leucaena. A produção comercial em relação à mandioca em cultura estreme foi superior em 39,93% no caso do Cajanus e 24,25% no caso da Leucaena. O Cajanus foi também superior à Leucaena em 15,68%.

Na análise ano a ano, nas modalidades com incorporação de leguminosas, a produção em relação à mandioca estreme é significativamente superior.

Existem interações significativas entre os dois factores (ver anexo V. 4), com maior realce para a mandioca intercalada com Cajanus e para a cultura estreme. No primeiro caso, o ano 3 foi o de maior produção e o 1 de menor produção e situação inversa do ano 2.

4.2.3.4.2. Produção não Comercial

Um dos maiores objectivos na produção agrícola e quando a cultura é mandioca é aumentar a produção de raízes comerciais e redução ao mínimo das não comercializáveis.

Na Tabela 14 são apresentados, os resultados da produção não comercial da mandioca.

A mandioca intercalada com Cajanus produziu menos 5,63% e com Leucaena 15,0% de peso não comercial de raízes que em cultura estreme. De igual modo, a modalidade da Leucaena produziu menos 9,40% que a do Cajanus.

Na análise ano a ano, as modalidades com leguminosas intercaladas, a produção não comercial não é significativamente inferior.

Tabela 14. Produção Não Comercial (kg/ha)

Local	Tratamentos	ANO DO ENSAIO			Média de Produção
		2008/2009	2009/2010	2010/2011	
Cacuso	Mandioca (Ma)	1.241,8 a	1.685,8 a	1.375,0 a	1.434,2 a
	Ma+Cajanus	1.185,6 a	1.458,3 a	1.416,7 a	1.353,5 a
	Ma+Leucaena	1.166,7 a	1.250,1 a	1.239,6 a	1.218,8 a
	CV (%)	16,68	17,86	12,23	16,85
Mazozo	Mandioca (Ma)	1.369,7 a	1.012,2 a	1.106,2 a	1.162,7 a
	Ma+Cajanus	866,7 b	762,9 a b	837,5 a b	822,4 b
	Ma+Leucaena	629,2 b c	758,3 a b c	748,2 a b c	711,9 b c
	CV (%)	8,01	4,87	3,3	14,75

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, $p < 0,05$)

Na análise ano a ano, no tratamento com o Cajanus intercalado, a produção não comercial em relação à mandioca estreme não foi significativamente inferior. Idêntica situação se verificou com a Leucaena. No primeiro ano o tratamento com incorporação do Cajanus obteve produções não significativamente superiores aos da Leucaena, tendo-se verificado situação idêntica nos anos subsequentes.

O segundo ano foi o pior, por apresentar maior média de produção não comercial. Contudo, não existem interações significativas entre anos de cultivo e tratamentos nesta localidade, embora no caso da modalidade de mandioca estreme se encontrarem valores superiores no ano 2, tal como com o Cajanus.

Relativamente ao Mazozo, em média, os tratamentos com incorporação de Cajanus e Leucaena conduziram a produções por hectare significativamente inferiores às da mandioca estreme. Na comparação entre as duas leguminosas, a modalidade com Leucaena teve produções significativamente inferiores às do Cajanus. A produção não comercial em relação à mandioca em cultura estreme foi inferior em 36,72% no caso do Cajanus e 54,06% no caso da Leucaena. A Leucaena foi também inferior ao Cajanus em 17,34%.

Na análise ano a ano, nas modalidades com incorporação de leguminosas, a produção em relação a mandioca estreme é significativamente inferior.

Esta situação verifica-se também com a produção de mandioca, quando intercalada com Leucaena, em relação ao uso de Cajanus como intercalar.

A produção não comercial média mostra que entre os anos de ensaio não existem diferenças significativas que mereçam destaque. Contudo, não existem interações

significativas entre os dois factores. O ano 1 foi pior para a mandioca intercalada com *Cajanus* e também com a testemunha porque foi naquele que as duas modalidades apresentaram produções mais altas.

A análise da produção de mandioca nas duas localidades oferece-nos dizer que, em Cacuso o tratamento com a incorporação de *Cajanus* registou uma ligeira baixa de produção comercial no segundo ano de trabalho e um aumento no terceiro. O contrário verificou-se no Mazozo onde houve aumentos crescentes ao longo dos anos.

No geral, no Mazozo tal como acontece em Cacuso, a produção da testemunha diminuiu ao longo dos anos pelas razões já apontadas.

A incorporação da *Leucaena* proporcionou cenários diferentes nas duas localidades. Se em Cacuso não houve grandes variações, no Mazozo o aumento ano a ano da produção total e comercial foi notório.

As diferenças de produção comercial entre tratamentos provam a eficácia das duas leguminosas no concernente à melhoria das condições do solo para a produção desta tuberosa.

Dada a variação de produção de mandioca ao longo dos anos dentro dos tratamentos e as interacções encontradas é de admitir que as condições edafoclimáticas também tenham contribuído para isso.

De uma maneira geral os sistemas de culturas intercalares na mandioca com a utilização das duas leguminosas mostram-se eficientes nas duas localidades, independentemente das diferenças edafoclimáticas que as caracterizam.

Em ambos locais a testemunha de uma maneira geral registou uma diminuição de produção.

Em Cacuso o tratamento com a incorporação de *Cajanus* registou uma ligeira baixa de produção comercial no segundo ano de ensaios e um aumento no terceiro. No Mazozo a situação é diferente, na medida em que ocorreu um aumento crescente ao longo dos anos.

Com a intercalação de *Leucaena*, em Cacuso, os níveis de produção foram praticamente constantes, tendo-se verificado no Mazozo um aumento, nomeadamente no primeiro ano.

As diferenças de produção de raízes comerciais provam a eficácia das duas leguminosas no concernente à melhoria das condições do solo para a produção desta tuberosa. O decréscimo de produção na testemunha seria de esperar, pois não há neste caso a reposição de nutrientes para a manutenção dos níveis de produção, quando a cultura é feita na mesma parcela sucessivamente.

De uma maneira geral, o comportamento das variáveis consideradas ligadas à produção da mandioca aqui estudadas, realçam serem bons indicadores para a continuação de trabalhos de investigação com vista a melhoria do rendimento desta cultura de grande importância socioeconómica para Angola.

É muito importante o facto de se verificar que nos ensaios com as culturas intercalares se ter verificado uma redução substancial da produção de raízes não comercial.

Perante esta situação pode-se, num exercício simples, saber se interessa à agricultura familiar adoptar este sistema de culturas intercalares com a mandioca. Esta tomada de decisão passa por alguns cálculos económicos simples, como a conta de cultura.

4.2.3.5. Conta de cultura

Do conhecimento que se tem do mercado angolano, para o cultivo de um hectare de mandioca, com mecanização das principais operações (lavoura, gradagem e preparação de camalhões e sem uso de fertilizantes como hábito na região de trabalho), são necessários cerca de novecentos e cinquenta e cinco dólares americanos, e sem mecanização novecentos e cinco, (Tabela 15). Os cálculos foram realizados a uma taxa de câmbio de 1:100 (um dólar-USD\$, igual a cem Kuanzas).

Tabela 15. Comparação de Custos de Produção de 1 ha de mandioca

Operações	Mecanizado			Não Mecanizado		
	Nº Op.	Custo Unit (USD)	Custo OP. (USD)	Nº Op.	Custo Unit (USD)	Custo OP. (USD)
Limpeza				1	150.00	150.00
Lavoura	1	100.00	100.00			
Gradagem	2	65.00	130.00			
Preparação de camalhões	1	65.00	65.00	1	95.00	95.00
Plantação	1	75.00	75.00	1	75.00	75.00
Sachas	3	100.00	300.00	3	100.00	300.00
Colheita	1	85.00	85.00	1	85.00	85.00
Transporte	1	200.00	200.00	1	200.00	200.00
TOTAL			955.00			905.00
Nota: Sistema Mecanizado e Não mecanizado em Angola						
Unit = unitário e OP. = Operação						

A obtenção de semente de *Cajanus* não constitui problema porque se consegue com facilidade nas “lavouras” de muitos agricultores familiares e, a *Leucaena* pode-se colher em árvores de sombra e de ornamento de ruas. A operação de corte e incorporação destas duas leguminosas nas linhas da mandioca faz-se duas vezes ao ano devido

algumas limitações climáticas. No conjunto pode vir a custar ao agricultor entre cento e cinquenta a duzentos dólares por hectare.

O preço de venda da mandioca fresca varia entre trinta e quarenta cêntimos do dólar o quilograma, o de farinha de mandioca (bombó e crueira), um dólar e meio e a farinha torrada a dois dólares.

Utilizando como base de cálculo o aumento médio de produtividade comercial, com a incorporação de *Cajanus* ou *Leucaena* em cada local temos:

- **Cacuso**

Com intercalação *Cajanus*, o aumento de 5.408,0 kg/ha da produção comercial média fresca em relação a estreme, representa 1.892,00 USD\$, tendo em conta aos custos das operações de corte e incorporação desta leguminosa consegue-se um ganho efectivo de cerca de 1.692,00 USD\$.

Com a incorporação da *Leucaena*, o aumento de 4.561,0 kg/ha que representa 1.596,35 USD\$, equivale a ganho efectivo de cerca de 1.396,35 USD\$.

- **Mazozo**

Ao incorporar *Cajanus* houve aumento de 4.499,0 kg/ha da produção comercial média fresca que representa 1.574,65 USD\$ e um ganho efectivo de 1.374,65 USD\$.

Com a *Leucaena* aumento 2.732,0 kg/há, que representa 956,2 USD\$/ha e ganho efectivo de 756,2 USD\$/ha.

Grande parte da produção de mandioca em Angola é vendida de forma processada (bombó, crueira e farinha torrada), contudo os preço praticados de certo modo compensam os custos da actividade.

Comparando os dois sistemas, o mecanizado mesmo apresentando a desvantagem de custar mais 50 USD\$, parece ser o melhor por permitir a realização das operações num curto espaço de tempo, poupar esforço reduzindo a mão de obra e aumentar as áreas de cultivo.

4.2.4 Composição química da Mandioca

A raiz da mandioca é uma excelente fonte de energia, sendo uma componente quantitativamente muito importante na alimentação humana e de várias espécies de animais. A raiz apresenta quantidades muito reduzidas de proteína, lípidos, vitaminas e minerais.

A concentração de energia útil na mandioca e seus derivados são afectados pelo teor de humidade. A raiz, quando fresca, apresenta menos de 1500 Kcal de energia metabolizável, e, quando desidratada, varia de 3200 a 3600 Kcal. O processo de

secagem consiste na libertação de água, o que justifica as diferenças apresentadas em energia entre a mandioca fresca e a seca.

Muitos são os autores que se preocuparam em analisar a composição química da mandioca, principalmente para sua utilização como ração para animais.

Nos nossos ensaios, a análise da raiz da mandioca, quanto à percentagem de humidade nas duas localidades, não se verificaram diferenças que mereçam destaque. Lima *et al*, (2005) encontrou resultados próximos (10,4%), Souza (2003), no Cerrado obteve valores mais baixos, 7.42% de humidade. Estas variações da percentagem de humidade são normais pois têm muito a ver com as condições de cultivo (condições edafoclimáticas, idade da planta, época da colheita, entre outros).

Logicamente, como seria de esperar, não foram encontradas diferenças quanto aos teores de matéria seca nas duas localidades. Os resultados ora encontrados são próximos aos de Sampaio, A.O., Ferreira Neto, *et al*, (2003). Maini *et al*, (1970), Ramanujan, (1980).

Ravi, (2001) secando a mandioca a temperatura ambiental encontrou entre 50 a 86%.

4.2.4.1. Proteína bruta

Na tabela 16 apresenta-se os resultados relativos à percentagem de proteína bruta em relação à matéria seca (MS) nas amostras de mandioca analisadas.

Em Cacuso, em média, os tratamentos com incorporação das duas leguminosas conduziram a percentagens da proteína bruta significativamente superiores à testemunha.

Os valores obtidos com a incorporação do *Cajanus* e *Leucaena* são significativamente superiores da testemunha em 17,8 e 19,9%.

Tabela 16. Percentagem de Proteína Bruta (MS)

Locais	Tratamentos	Anos			Média
		1	2	3	Exp:
Cacuso	Mandioca (Ma)	1,42 a	1,5 a	1,46 a	1,46 a
	Ma + <i>Cajanus</i>	1,21 a	2,3 b	1,72 b	1,72 b
	Ma + <i>Leucaena</i>	1,28 a	2,37 b c	1,75 b c	1,75 b c
	cv (%)				7,9
Mazozo	Mandioca (Ma)	1,41 a	1,69 a	1,22 a	1,45 a
	Ma + <i>Cajanus</i>	1,31 a	1,38 a	1,35 a	1,34 a
	Ma + <i>Leucaena</i>	1,34 a	1,33 a	1,39 a	1,36 a
	cv (%)				3,5

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, ($p < 0,05$)

Na análise ano a ano, as modalidades com leguminosas intercaladas, apresentaram percentagens significativamente superiores às da testemunha no terceiro ano.

Não existem interações significativas entre anos de cultivo e tratamentos nesta localidade, mas nas modalidades com incorporação de *Cajanus* e *Leucaena*, os valores da proteína bruta sobem no segundo ano e decresce no terceiro. Na testemunha o movimento é similar mas em proporções mais baixas.

Com a incorporação de *Cajanus* não se verificaram diferenças de valores entre o primeiro e segundo ano, contudo, o terceiro foi significativamente superior ao segundo. Situação idêntica ocorre com a intercalação da *Leucaena*. O mesmo não ocorreu com a mandioca estreme onde não se registaram diferenças.

No Mazozo, em média não foram encontradas diferenças de teores de proteína bruta entre as modalidades e anos de cultivo. Este comportamento diferente nas duas localidades mostra que a percentagem de proteína bruta na mandioca não depende só do manejo dado à cultura e ao genótipo, mas também em grande medida das condições climáticas da zona. A EMBRAPA, (1997), West e Temalwa, (1988) e Cerrado, (1994) encontraram 1.61, 1.6 e 3.11% respectivamente. Os presentes resultados vão de encontro aos obtidos por Ferreira Neto *et al.* (2003), 1,70% e superior a Dias e Leonel (2006), 0,57% a 1,08% e Chisté *et al.*, (2006) que apresentam entre 0,53% a 0,93%. Hervas, (1982) classificou os teores em proteína bruta em baixo (1,5%), médio (1,5 a 3%) e alto ($> 3\%$). Apesar de se terem verificado diferenças interessantes entre as três modalidades, pensamos que estes resultados não serão de grande significado, dado o baixo teor de proteína encontrado, não constituindo por isso um parâmetro de grande valia para a melhoria do estado nutricional das populações.

4.2.4.2. Gordura bruta (MS)

Na tabela 17 apresenta-se os resultados relativos à percentagem de gordura bruta (MS) nas amostras da mandioca.

Em Cacuso, em média, apresenta baixa variação do teor de gordura, apenas a incorporação de *Leucaena* proporcionou diferenças significativas inferiores em relação a intercalação de *Cajanus* e mandioca estreme.

Tabela 17. Percentagem de Gordura Bruta (MS)

Locais	Tratamentos	Anos			Média
		1	2	3	Exp:
Cacuso	Mandioca (Ma)	0,76 a	0,71 a	0,73 a	0,73 a
	Ma + Cajanus	0,71 a	0,72 a	0,72 a	0,71 a
	Ma +Leucaena	0,65 a	0,65 a	0,63 c	0,64 c
	cv (%)				5,6
Mazozo	Mandioca (Ma)	0,78 a	0,75 a	0,72 a	0,75 a
	Ma + Cajanus	0,70 b	0,70 a	0,70 a	0,70 b
	Ma +Leucaena	0,61 c	0,52 c	0,52 c	0,55 c
	cv (%)				12,75

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, ($p < 0.05$)

Os valores obtidos com a incorporação da Leucaena são significativamente inferiores aos da mandioca estreme e à intercalação do Cajanus em 12,33 e 9,58%.

Na análise ano a ano, com a incorporação do Cajanus houve aumento no teor de gordura no segundo e manutenção dos valores no terceiro ano. Com a Leucaena houve manutenção nos primeiros anos e diminuição no terceiro na estreme registou-se, diminuição no primeiro ano e ligeiro aumento no terceiro. Não há interacção entre tratamentos e anos de ensaio.

No Mazozo, a situação é completamente diferente, aqui com diferenças significativas entre as modalidades. Em média, a percentagem de gordura nas amostras da mandioca estreme foi significativamente superior às da intercalação com Cajanus em 6,7% e com Leucaena em 26,7%.

Na análise ano a ano, a percentagem de gordura nas amostras colhidas na mandioca estreme é significativamente superior à da intercalação do Cajanus no primeiro ano, e, todos anos em relação à incorporação da Leucaena. De igual modo, a percentagem de gordura encontrada na modalidade com incorporação do Cajanus também foi significativamente superior. Não existem interacções significativas entre tratamentos e anos de cultivo. Com a intercalação da mandioca e Cajanus não houve variação da percentagem de gordura bruta em função dos anos. Na cultura estreme as diferenças encontradas não são significativas.

De uma maneira geral, os valores da gordura bruta das amostras de mandioca colhidas no primeiro ano são significativamente superiores aos do segundo e terceiro.

Os valores obtidos nas duas localidades com a incorporação de *Leucaena* estão muito próximos aos encontrados por West e Tewalilwa, (1988) e Embrapa, (1986), 0,5 e 0,37%.

Estas variações levam a pensar que vários serão os factores que concorrem para o aumento ou diminuição da percentagem de gordura da mandioca. Na modalidade com incorporação de *Cajanus* a mandioca apresenta teores de gordura superiores aos da incorporação com *Leucaena* e quase próximo da testemunha nas duas localidades, tendo ficado patente que se consegue manter constantes os valores durante três épocas consecutivas. A mandioca é um alimento por natureza pobre em gordura, por isso quase sempre consome-se acompanhada com outro alimento rico em gordura como é o caso amendoim e do óleo de palma.

4.2.4.3. Fibra bruta (MS)

Na tabela 18 apresenta-se os resultados relativos à percentagem em fibra bruta (MS) nas amostras da mandioca analisadas.

Em Cacuso, em média, as modalidades com incorporação das duas leguminosas conduziram a percentagens de fibra bruta na raiz significativamente superiores às da testemunha.

Os valores da percentagem de fibra bruta na raiz na intercalação de mandioca com *Cajanus* são significativamente superiores aos da cultura estreme em 19,5%, e da *Leucaena* em 11,21%.

Na análise ano a ano, na modalidade com *Cajanus* intercalado, a percentagem de fibra bruta aumenta de maneira não significativa no terceiro ano e na de *Leucaena*, diminui no segundo e, no terceiro sobem de forma significativa. Na testemunha as variações não são significativas. Não há interações entre modalidades e anos de cultivo, e a ser assim, toda diferença encontrada deve ser atribuída ao efeito tratamento.

Tabela 18. Percentagem de Fibra Bruta (MS)

Locais	Tratamentos	Anos			Média Exp:
		1	2	3	
Cacuso	Mandioca (Ma)	3,96 a	4,24 a	4,09 a	4,1 a
	Ma + <i>Cajanus</i>	4,72 a	4,7 a	5,26 b c	4,9 b
	Ma + <i>Leucaena</i>	4,78 a	3,82 a	5,1 a c	4,56 b c
	cv (%)				7,18
Mazozo	Mandioca (Ma)	4,27 a	4,2 a	3,98 a	4,15 a
	Ma + <i>Cajanus</i>	6,39 b	5,86 b	6,29 b	6,18 b
	Ma + <i>Leucaena</i>	3,9 a	4,3 a c	4,23 a c	4,15 a
	cv (%)				19,8

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, ($p < 0.05$)

No Mazozo, em média a incorporação de *Cajanus* aumentou significativamente a percentagem de fibra na raiz da mandioca.

Os valores da percentagem de fibra bruta na raiz na intercalação de mandioca com *Cajanus* são significativamente superiores aos da cultura estreme e aos da *Leucaena* em 48,9%.

De uma maneira geral, salvo pequenas flutuações, os tratamentos tiveram comportamentos similares ao longo dos anos, não havendo interações significativas entre tratamentos e anos de cultivo.

De acordo a classificação de Mattos e Martins (2000), os valores encontrados em Cacuso, para os três tratamentos, podem ser considerados moderados. No Mazozo, os valores obtidos com a incorporação de *Cajanus* são altos, e estão próximos aos verificados no Cerrado em 1994, ao encontrar 7,58%. Pelos resultados obtidos, o *Cajanus* parece contribuir para o aumento da fibra na mandioca e a *Leucaena* para a sua manutenção. Por outro lado, os teores em fibra na mandioca dependem de muitos outros factores além dos genéticos, considerar os ambientais, condições do solo e tempo de cultivo. De qualquer modo os resultados verificados podem ter uma importância significativa no que refere às características nutricionais da mandioca, pois um aumento dos teores de fibra têm um efeito positivo muito significativo no processo de digestão.

4.2.4.4. Extractivos não azotados (ENA)

Representam os constituintes mais abundantes e importantes da mandioca. Referem-se à componente glucídica, nomeadamente pelo elevado teor de amido.

Em Cacuso, em média, a percentagem de ENA na raiz não revelou diferenças merecedoras de comentários entre as modalidades. Os valores de 87,04% na mandioca estreme, de 87,49%, com incorporação do *Cajanus* e de 88,22% na *Leucaena* intercalada de uma maneira geral são muito próximos. Não há interações entre tratamentos, e os valores mantiveram-se praticamente constantes ao longo dos anos.

No Mazozo a situação foi praticamente idêntica à de Cacuso, com valores de 91,19% na estreme, 87,66% e 88,75% com a incorporação de *Cajanus* e *Leucaena* respectivamente. Existem nesta localidade dentro dos tratamentos variações de resultados não significativas, Não há interações significativas entre tratamentos e anos de cultivo.

A mais baixa percentagem de ENA na mandioca estreme foi no segundo ano, e com a incorporação das duas leguminosas no primeiro.

O valor de ENA deve depender fundamentalmente do genótipo e das condições ambientais, apresentando aumentos não significativos com a incorporação das duas leguminosas.

Sampaio, (1995); Ferreira Filho, (1995), no Cerrado, (1994) encontraram valores de 74, 86,7 e 78.22% respectivamente. Bastante inferiores aos encontrados nos nossos ensaios. A razão principal poderá estar relacionada com aspectos genéticos na medida em que a variedade que escolhemos também está muito bem adaptada às condições edafoclimáticas angolanas.

4.2.4.5. Cinza (MS)

Na tabela 19 apresenta-se os resultados relativos à percentagem de Cinza (MS) nas amostras da mandioca.

Tabela 19. Percentagem em Cinza (MS)

Locais	Tratamentos	Anos			Média Exp:
		1	2	3	
Cacuso	Mandioca (Ma)	2,9 a	2,9 a	3,1 a	2,97 a
	Ma + Cajanus	2,9 a	2,57 a b	2,8 a	2,77 b
	Ma +Leucaena	2,28 c	2,24 c b	2,77 a	2,43 b c
	cv (%)				8,1
Mazozo	Mandioca (Ma)	2,4 a	2,14 a	2,03 a	2,19 a
	Ma + Cajanus	2,3 a	2,29 a	2,21 a	2,27 b
	Ma +Leucaena	2,12 c	2,12 a	2,08 a	2,09 c
	cv (%)				3,37

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa, ($p < 0.05$)

Em Cacuso, em média, as modalidades com incorporação das duas leguminosas conduziram a percentagens de cinza na raiz significativamente inferiores às da mandioca estreme.

Os valores da percentagem de cinza na raiz na intercalação de mandioca com leguminosas são significativamente inferiores aos da cultura estreme em 6,73% com o Cajanus e em 18,18% com a Leucaena. A modalidade com incorporação de Cajanus apresenta maior percentagem de Cinza na raiz da mandioca em relação a Leucaena (11,45%).

Na análise ano a ano, na modalidade com leguminosas intercaladas, a percentagem de cinza diminui do segundo e aumenta no terceiro ano. Na testemunha os resultados foram muito próximos ao longo dos anos.

No Mazozo, em média a percentagem de cinza na modalidade com incorporação de *Cajanus* foi significativamente superior à testemunha e da *Leucaena*.

Os valores da percentagem de cinza na raiz na intercalação de mandioca com *Cajanus* são significativamente superiores em 3,65% à testemunha e 8,22% relativamente à intercalação com *Leucaena*.

Na análise ano a ano, na modalidade com incorporação do *Cajanus*, a percentagem de cinza sempre foi superior na intercalação com *Leucaena*, e inferior no primeiro ano à mandioca estreme. Em todas as modalidades houve diminuição da percentagem de cinza ao longo dos anos, resultando em interações significativas entre tratamentos e anos de cultivo. Estas interações significativas estão mais repercutidas na mandioca estreme, onde a percentagem do primeiro ano é significativamente superior ao segundo e terceiro ano.

A percentagem de cinza na mandioca depende da variedade, e, a “Precoce de Angola” parece apresentar um elevado teor de cinza.

A Embrapa (1986), Ferreira Neto (1987) e Ferreira Filho, (1995), utilizando variedades e condições diferentes encontraram médias de 1.84%, 1.7% e 1,2% de cinza nas amostras analisadas.

O terceiro ano de ensaios foi o de maior regularidade das chuvas assim como maior valores de quedas pluviométricas acima dos 500 mm/ano, o normal da região, e também coincide com os valores mais baixos de cinza nos três tratamentos. Tudo leva a crer que períodos prolongados sem chuva também contribuem para o aumento dos teores em cinza na mandioca.

Daqui se pode concluir que a incorporação de *Leucaena* parece mais eficaz na redução dos teores em cinza na mandioca, pois esta modalidade apresentou os valores mais baixos nas duas localidades.

4.2.4.6. Percentagem de amido (MS)

O amido é a principal substância de reserva nas plantas superiores, fornecendo de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem. Os depósitos permanentes de amido nas plantas ocorrem nos órgãos de reserva das sementes, nos cereais e em tubérculos e raízes tuberosas, (Leonel, 2002).

Segundo Fukuda, (2005), a mandioca apresenta, em média, um valor de conversão de peso fresco a seco de 0,3 embora se tenha encontrado já variedades com 0,45. Quando maior é o factor de conversão da variedade também maior é a quantidade de amido. Vários estudos sobre o potencial de produção de amido foram desenvolvidos com a cultura da mandioca no Brasil, observando-se uma ampla diversidade genética da espécie para este factor, variando de 5% a 43%.

Os resultados conseguidos em relação à percentagem do amido (MS) na mandioca em cada tratamento estão na tabela 20.

Tabela 20. Percentagem de Amido (MS)

Locais	Tratamentos	Anos			Média
		1	2	3	Exp:
Cacuso	Mandioca (Ma)	46,16 a	46,58 a	46,44 a	46,39 a
	Ma + Cajanus	57,18 b	57,36 b	57,47 b	57,33 b
	Ma + Leucaena	58,13 b c	57,59 b c	58,04 b c	57,92 b c
	cv (%)				9,83
Mazozo	Mandioca (Ma)	55,30 a	50,98 a	51,80 a	52,69 a
	Ma + Cajanus	63,18 b	64,40 b	64,20 b	63,93 b
	Ma + Leucaena	64,83 b c	65,56 b c	64,92 b c	65,1 b c
	cv (%)				9,24

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa ($p < 0.05$)

Os teores de amido na mandioca variaram muito entre tratamentos, registando-se diferenças significativas entre a incorporação de leguminosas e a testemunha.

A média de percentagem de amido na raiz da testemunha é significativamente inferior à da intercalação com Cajanus e Leucaena em 23,58 e 24,85% respectivamente.

Na análise ano a ano a situação manteve, os percentuais com a incorporação de leguminosas sendo significativamente superiores ao da cultura estreme. Em cada modalidade houve pequenas variações que não têm respaldo estatístico.

As diferenças encontradas são atribuídas aos tratamentos, já que não existe interação entre estes e o ano de cultivo.

Relativamente ao Mazozo, a situação foi idêntica à de Cacuso. As percentagens de amido nas modalidades com incorporação de leguminosas são significativamente superiores 21,33% com o Cajanus e 23,55% com a Leucaena.

Tal como Cacuso, não foram registadas interações entre tratamentos e ano de cultivo.

Os resultados ora obtidos, encontram-se dentro dos intervalos de valores encontrados por Miani, *et al.* (1970), Ramanujan, (1980) e Ravi, (2001), que segundo eles os teores de amido na mandioca situam-se entre 50 e 86%.

Vêm confirmar Fukuda, (2005) quando defende que a produção de amido depende de vários factores como: idade da planta, variedade, meio ambiente e época da colheita. Conceição, (1983), defende que, o ideal é encontrar cultivares de mandioca com pelo

menos 30% de amido para ser industrializada. Neste trabalho conseguiu-se médias superiores desta variável o que sem dúvida é muito animador.

Estas diferenças provam que as duas leguminosas contribuíram para aumento do teor de amido na raiz da mandioca e neste caso a *Leucaena* teve maior contribuição que o *Cajanus*. As diferenças encontradas entre localidades se devem à diferença de solos e clima entre elas. Verificamos que a mandioca atinge a maturação primeiro em Mazozo do que Cacuso. Neste trabalho a plantação dos ensaios foi realizada nas duas localidades sempre no mesmo mês do Ano (Outubro) e, a colheita realizou-se sempre aos 12 meses de cultivo. Ficou também espelhado que nas duas localidades não houve interação entre tratamentos e anos de cultivo, indicando assim que todo o aumento de percentagem de amido na raiz se deve apenas à incorporação das duas leguminosas, explicado por um crescimento rápido e aceleração da tuberização e engrossamento rápido das raízes tuberosas e concomitantemente de uma maior “amidização”.

Esta situação é da maior importância no contexto socio económica da agricultura familiar porque significa, para além de uma melhoria significativa da qualidade da raiz, revela um aumento de disponibilidade de alimento, também para as indústrias transformadoras que aproveitam o amido para produzirem outros subprodutos.

4.2.4.7. Macroelementos

Nas duas localidades não foram encontradas diferenças significativas quanto ao Teor de Azoto, Fósforo e Potássio. Os teores dos três Macro elementos variaram pouco. Sampaio e Ferreira Filho (1995) e Portz, (2001) encontraram teores de 0,62% de azoto, 0,08% a 0,20% de fósforo e 0,8 a 1,8% de potássio. Rostagno, (2005) encontrou 0,09% de fósforo e 0,52% de potássio valores muito próximos aos obtidos neste trabalho nas duas localidades. Estes resultados levam-nos a pensar que a acumulação de macroelementos na raiz, como seria de esperar depende da disponibilidade destes no solo, da variedade, do meio ambiente, pois a incorporação das leguminosas favorecem o desenvolvimento da planta e da raiz e não na acumulação destes elementos. Pela proximidade aos resultados aos dos outros autores ficamos com a noção de que estes teores variam muito pouco.

4.2.4.8. Micronutrientes

Na tabela 21 estão representados valores médios dos teores de micronutrientes (MS).

Tabela 21. Micronutrientes na Mandioca (MS)

Locais	Tratamentos	Ferro na	Cobre na	Zinco na	Magnésio na	Manganês	Sódio	Cálcio
		M.S (%)	M.S (%)	M.S (%)	M.S (%)	% M.S (%)	M.S (%)	M.S (%)
Cacuso	Mandioca (Ma)	2,23 a	0,61 a	5,19 a	2,35 a	0,054 a	0,066 a	0,41 a
	Ma + Cajanus	2,26 a	0,60 a	4,86 b c	1,92 b	0,06 a	0,040 b	0,42 a
	Ma + Leucaena	2,46 a	0,54 a	5,35 a c	1,77 b c	0,056 a	0,040 b c	0,50 a
	cv (%)	4,34	5,3	3,97	12,22	4,4	25,2	9,08
Mazozo	Mandioca (Ma)	3,1 a	0,52 a	4,8 a	1,87 a	0,059 a	0,071 a	0,41 a
	Ma + Cajanus	2,83 b	0,76 a	4,28 b	1,68 b	0,052 a	0,074 a	0,42 a
	Ma + Leucaena	2,79 b c	0,62 a	4,4 b c	1,74 a	0,053 a	0,058 a	0,52 a
	cv (%)	4,7	15,54	4,95	4,97	5,7	10,26	11,04

Valores médios na coluna seguidos da mesma letra não são diferentes entre si de forma significativa ($p < 0.05$).

Pelos dados da tabela 21, a incorporação de leguminosas não produziu efeito sobre os teores de cobre, manganês e cálcio nas duas localidades.

Foram encontradas diferenças entre tratamento em relação ao zinco e magnésio nas duas localidades. O teor de ferro com a incorporação de leguminosas foi diferente ao encontrado na testemunha apenas no Mazozo e o teor de sódio em Cacuso.

De uma maneira geral, os teores de cada microelemento na testemunha são ligeiramente mais altos que na mandioca intercalada com as duas leguminosas.

Os valores encontrados parecem ter interesse nutricional para populações carentes com problemas nutricionais no meio rural. Embora revelando este interesse a publicação dos dados sobre os micronutrientes na matéria seca da raiz da mandioca carece contudo de estudo mais aprofundado.

5. Conclusões

Os resultados obtidos, de uma forma geral, cumpriram os objectivos que nos propusemos atingir, apesar das limitações (logísticas e financeiras) com que nos deparámos.

Pensamos que o sistema de culturas intercalares estudado poderá constituir uma mais-valia, principalmente para a agricultura familiar em Angola, permitindo dar um contributo para a melhoria de condições de vida das populações das regiões mais carenciadas do país.

Verificou-se um aumento da produção e da produtividade da mandioca, nas duas regiões estudadas, mais evidente na região do Mazozo, e também uma melhoria importante da qualidade das raízes, mesmo para fins industriais.

Verifica-se ainda, em termos gerais, uma melhoria sensível das condições físicas, químicas e da fertilidade do solo, podendo admitir-se que a adopção deste sistema de cultura poderá dar um contributo importante para a sustentabilidade destes agro-sistemas.

De uma forma mais concreta, podemos concluir que:

- Para a maioria das variáveis relacionadas a produção da mandioca (número total de raízes, número de raízes comerciais, peso total de raízes e peso de raízes comerciais por hectare), o modelo de regressão linear adequado é o composto por, Matéria Orgânica, Azoto amoniacal e nítrico, Fósforo, Potássio, zinco e cobre.
- De uma maneira geral as variáveis de produção tiveram melhor correlação com a Matéria Orgânica e macroelementos do solo, salvo no Mazozo, onde houve correlação negativa na relação número de raízes comerciais e fósforo no solo.
- O zinco e o cobre (no solo) apresentaram em todos casos correlações muito fracas, razão pela qual o estudo das variáveis relacionadas com os microelementos no solo não foi aprofundado.
- Na combinação dos elementos do solo dois a dois, consegue-se boas relações com as variáveis da produção, com coeficientes de determinação e ajustados próximos, sinonimo de robustez da relação.
- A utilização das duas leguminosas como culturas intercalares da mandioca, teve como resultado a uma aumento significativo da produção e produtividade da mandioca.
- A intercalação contribuiu para a melhoria das condições físicas, químicas, biológicas e na manutenção da fertilidade do solo, permitindo uma sucessão de

cultivo sem prejuízos da produção e aparentemente contribuindo para a sustentabilidade destes agro-sistemas.

- A incorporação destas leguminosas contribuiu significativamente para o aumento e disponibilidade dos macroelementos, da matéria orgânica e na actividade microbiana do solo (embora esta componente não tenha sido alvo de um estudo sistemático).
- A incorporação das leguminosas não teve influência nos teores de azoto, fósforo e potássio na matéria seca das raízes.
- O Cajanus mostrou-se bem adaptado às duas localidades e a Leucaena comportou-se melhor no Mazozo, porventura por se tratar de uma região de baixa altitude.
- Pelo volume médio de biomassa produzido pelo Cajanus, no Mazozo, em cada corte e por se ter verificado um consumo de luxo, será de aconselhar a incorporação de parte desta biomassa em outras zonas, favorecendo deste modo e complementarmente a melhoria das condições de produção de outras culturas.
- O custo da intercalação e da incorporação de leguminosas é largamente compensado com o aumento de produção e da produtividade da mandioca.
- Há uma importante valorização da mandioca com o aumento do número de raízes comerciais.
- A incorporação destas leguminosas contribuiu para a melhoria da qualidade da mandioca, neste caso pelo aumento dos teores de Amido (mesmo para fins industriais), Fibra e Cinza.
- Verificou-se também um aumento da quantidade de folhas comestíveis (Kisaca), sem prejudicar a produção e produtividade das raízes tuberosas, o que é de particular importância pelo contributo que pode dar para a melhoria das disponibilidades alimentares de uma população com graves problemas nutricionais.
- O cultivo mecanizado da mandioca, embora ligeiramente mais caro que o manual, apresenta grande vantagem por permitir o aumento de área cultivada, e maior disponibilidade de tempo do agricultor para realizar outras actividades. Permite ainda aumentar a produção com baixo custo contribuindo para a melhoria da situação económica e social das famílias.

Apesar dos resultados obtidos, é nosso entender que o número de anos para realização destes ensaios, foi de todo insuficiente para garantir uma consolidação dos

resultados, aliás como é referido por muitos investigadores, havendo por isso necessidade de lhe dar continuidade.

A experiência adquirida com este trabalho acresce de forma significativa o conhecimento que já tínhamos sobre esta cultura, fruto da nossa actividade profissional em Angola. Será assim interessante, em termos de futuro e sempre visando o desenvolvimento desta cultura, criar um projecto integrado com uma equipa multidisciplinar visando:

- Inventariar e estudar outras espécies leguminosas com potencial para integrarem o sistema intercalar de cultivo da mandioca;
- Melhorar e estender este sistema de cultura ao nível do país em especial a outras regiões de maior produção de acordo com a especificidade edafoclimática e adaptabilidade das espécies seleccionadas;
- Criar uma linha de trabalho ligado ao estudo de práticas para o combate a pragas e doenças da mandioca;
- Dar continuidade aos trabalhos de melhoramento genético que temos desenvolvido ao longo dos anos;
- Criar uma linha de trabalho ligada à tecnologia pós-colheita, visando melhoria do processamento da mandioca e encontrando novas formas de utilização, contribuindo desta forma para a criação de mais-valias para um produto de fundamental importância para as populações e para a economia angolana;
- Transmitir toda a experiência adquirida, aos produtores e estendê-la a instituições de formação em todos os níveis de ensino, do básico ao superior.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akinola, J.O.; Whiteman, P. C. (1975).- Agronomic studies on pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millsp.) I. Field response to sowing time. Australian Journal of Agricultural Research, v. 26 n. 1, p. 43-79.
- Alberto, J. (1957a).- A mandioca. I. Sua origem, descrição e cultura. *Gaz. Agric. Ang.* Luanda, 1(8): 295-300, 307.
- Alberto, J. (1957b).- A mandioca. II. Doenças, pragas e animais selvagens. *Gaz. Agric. Ang.* Luanda, 2(1): 504-506.
- Alberto, J. (1958).- A mandioca. IV. Importância económica da cultura. *Gaz. Agric. Ang.* Luanda, 3(6): 266-272.
- Alcântara, F. A. de.; *et al.* (2000). Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288.
- Almeida, M.V. C.; *et al.* (1995).- Sistemas agroflorestais como alternativa auto-sustentável para o Estado de Rondônia. Porto Velho: PLANAFLORO; PNUD, 59p.
- Altieri, M.A. (1994).- Base Agroecológica para uma produção agrícola sustentável. *Agricultura Técnica (Chile*, 54 (4): 371-386.
- Alvarenga, R. C. (2000).- Adubação verde Intercalar como fonte de nutrientes para a cultura do milho orgânico. Versão electrónica: www.plantaorganico.com/trabalho1.h1. acessado a 6 de Dezembro de 2011.
- Alvarenga, R. C.; *et al.* (1995).- Característica de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 2, p. 175-185, fev.
- Alvarenga, R.C. (1993).- Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos. Viçosa : UFV. 112p. Tese de Doutorado.

- Alves, S. M. C.; *et al.* (2004).- Balanço do nitrogénio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após incorporação de biomassa de guandu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 11, p. 1111-1117, nov.
- AOAC. (1990). - Official Methods of Analysis. 15th Ed. Arlington. Association of Official Analytical Chemists.
- Aykroid, W.R. & Doughty, J. (1964). - Legumes in human nutrition. Roma, FAO, 138p. (Nutritional Studies, 19).
- Barreto, A. C.; Fernandes, M. F. (2001).- Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, n.10, p.1287-1293.
- Barreto, A.C.; Carvalho Filho, O.M. (1992).- Cultivo da leucaena em consórcio com feijão, milho e Algodão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, V. 27, n 11, p 1533-1540.
- Benedito, P. Carlos. (2007).- Documento apresentado no 10º Simpósio Internacional sobre Culturas de Raízes e Tubérculos Tropicais, que decorreu em Maputo, Outubro.
- Bertalot, M.J.A. (2003).- Cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) em áreas sob manejo agro-florestal em aleias com *Leucaena diversifolia*. 2003. 88 p. Tese (Doutoramento em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas , Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- Böhringer, A.; *et al.* (1994).- Growth and productivity of pigeonpea (*Cajanus cajan*) genotypes for use in alley cropping and their interactions with the environment. Experimental Agricultores, v.30, p.207-215.
- Bonilha, J.A. (1992).- Fundamentos da Agricultura Ecológica: sobrevivência e qualidade de vida. São Paulo, Brasil.

- Brito, L. M.; Hadley, P. (1993).- Effects of composted municipal waste and a paper mill waste composted with bark on the growth of vegetable crops. In: Optimization of plant nutrition. A. C. Fragoso & van Beusinchem eds. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp.101-105.
- Budowski, G.; Russo, R. (1997).- Nitrogen-fixing trees and nitrogen fixation in sustainable agriculture: research challenges. Soil Biol. and Bioch., Oxford, v.29, p 767-770.
- Bogdan, A. V. (1977). - Tropical pastures and fodder plants. New York, Longman. 465p.
- Caceres, N.T. (1994).- *Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-deaçúcar (Saccharum spp.)*. Piracicaba : ESALQ, 45p. Dissertação de Mestrado.
- Calegari, A.; et al. (1993).- Aspectos gerais da adubação verde. In: Costa, M.B.B. da. (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 346p.
- Camargo, A.P. de.; et al. (1968).- Adubação da batata-doce em São Paulo. Parte II - Efeito do calcário e de vários adubos. *Bragantia*, Campinas, v.21, n.1, p.325-339.
- Camargo, Maria Thereza L. de A. (2007).- Estudo etnobotânico da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz – Euphorbiaceae) na diáspora africana. In: Herbarium – estudos de etnofarmacobotânica. Disponível em: <http://www.aguaforte.com.br/herbarium> -Acessado a 25 de Março de 2012.
- Cardoso Júnior, N. dos S.; et al. (2005).- Efeito do nitrogênio em características agronômicas da mandioca. *Bragantia*, Campinas, v.64, n.4, p.651-659.
- Cardoso, Júnior, N. dos S. (2004).- Efeito do nitrogênio sobre o teor de HCN e características agronômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- Carter, S.E. (1993).- Introduction and diffusion of cassava in Africa. IITA Research Guide 49.

- Carvalho, L.J.C.B. (2005).- Biodiversidade e biotecnologia da mandioca (*Manihot esculenta* Grantz).In: Congresso Brasileiro de Mandioca, XI, 2005, Campo Grande. Embrapa Agro-pecuária Oeste. Sem paginação.
- Ceccon, Gessi; Angelo Cesar Ajala Ximene. (2007).- Sistemas de produção de milho Safrinha em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Brasil.
- Chanyasak V, Hirai M & Kubota H. (1982).- Changes of chemical components and nitrogen transformations in water extracts during composting of garbage. J. Ferment. Technol. 60(5):439-446.
- Chisté, R. C.; *et al.* (2006).- Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 26 (4): 861-864.
- Cock, J. H. (1982).- Aspectos fisiologicos del crecimiento y desarrollo de la planta de yuca. In: Centro Internacional de Agricultura TropicalYuca: investigacion, producion y utilizacion. Cali. P. 51-73.
- Cock, J.H.; *et al.* 1979.-The ideal cassava plant for maximum yield. Crops Science, 19: 271-279.
- Cock, J. H.; *et al.* (1977).- de las. Effect of spacing on cassava.
- Conceição, A.J. da. (1983). - A Mandioca. São Paulo: Ed. Nobel, 382p.
- CIAT,TSBF. (2001).- Soil fertility degradation in sub Sahara Africa: leveraging lasting solutions to long term problem.
- Dahniya, M.T. (1994).- Na overview of cassava in Africa. Integrating the management of pests, weeds and diseases in Afeica Crop Science Jounal. 2 (4): 337-343.
- Daniel, O.; *et al.* (1999 a).- Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. Revista Árvore, Viçosa, v.23, n.3, p.367-370.
- Dantas, M. (1994).- Aspectos ambientais dos sistemas agroflorestais. In: Congresso Brasileiro sobre Ecossistemas Agroflorestais 1., 1994, Porto Velho. Anais... Colombo: Embrapa-CNPf, p.433-453. (Documentos, 27).

- Diniz, A. C. (1973).- Características mesológicas de Angola. Nova Lisboa: Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola, 482 p. : il. ; 27.
- Dolmat, M.T. (1980).- Role of legumes covers. The effects on growth and yield. In: RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYSIA: RRIM training manual rubber planting and nursery techniques. Kuala Lumpur.p149-157.
- Dubois, J.C. (1996).- Manual Agro-florestal para a Amazônia. Rio de Janeiro, Instituto Rede Agro-florestal Brasileira, v. 1.
- Döbereiner, J. & Campelo, A. B. (1977). - Importance of legume and their contribution to tropical agriculture. In: Hardy, R. N. & Gibson, A. H. A treatise, on nitrogen fixation section. IV - Agronomy and Ecology. New York, John Wiley, 1977. p. 191-220.
- Dudal, R. (2002).- Forty years of soil fertility work in sub-Saharan Africa. In Vanlauwe, B; Diels, J. ; Sanginga, N. ; Merckx, R.(Eds.). Integrated Plant Nutrient Management in sub-Saharan Africa: From Concept to Practice. CAB International. Wallingford,UK.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997).- Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 212p.
- EMBRAPA. (1986).- Primeiro Simposio do Tropico Húmido. Anais Volume III.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2006).- Sistemas de produção de mandioca. Disponível em: www.sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 15 Março. 2012.
- Espíndola, J. A. A. (1997).- Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e sua influência sobre a produção de bananeira (*Musa* spp.). Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 170 p.
- Enyi, B.A.C. (1972).-The effects of spacing on growth, development and yield on single and multi-shot plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) II: physiological

- factors. East African Agricultural and Forestry Journal, v.38, p.27-34, FUKUDA, W.M.G.; FUKUDA, C.; DIAS
- FAO. (1989).- (Food and Agriculture Organization), 1989.Fertilizers and Food Production.The FAO Fertilizer Programme 1961-1986.FAO,Rome, Italy.
- FAO. (2010).- Agricultural production: crops primary. Disponível em: www.faostat.fao.org/faostat/collect. Acesso em: 22 Agosto de 2010.
- FAO. (2012).- Agricultural production: crops primary. Disponível em: www.faostat.fao.org/faostat/collect. Acesso em: 20 Março de 2012.
- FAO and IFAD. (2000). - The world cassava economy: facts, trends and outlook. FAO/IFAD Rome, Italy.
- Fernandez, M. F.; *et al.* (1999).- Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. Pesquisa Agro-pecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1593-1600.
- Ferrão, J. E. M. (1992).- A Aventura das Plantas e os Descobrimentos Portugueses. P. 101 – 105.
- Ferreira Neto, C. J.; *et al.* (2003).- Avaliação físico-química de farinhas de mandioca durante o armazenamento. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 5 (1): 25-31.
- Ficalho (Conde), Francisco de Melo. (1947).- Plantas úteis da África Portuguesa, Lisboa, Divisão de Publicações e Biblioteca/Agência Geral das Colônias, MCMXLVII. p. 253.
- Frasson, A. (1990).- O Preço Económico, Ecologia Social da Ocupação e Uso Irracional do Espaço Rural. Anais Sober. V.1. p. 178-190. In . Margarido, L.A.C. Valorização de alguns aspectos funcionais de Jataí. São Carlos, UFSCar, 1994, 92p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de São Carlos.

- Freitas, A.R. de.; *et al.* (1991).- *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: cultura e melhoramento. EMBRAPA-UEPAE São Carlos: São Carlos, (EMBRAPA-UEPAE São Carlos. Documentos, 12, 93 p.
- Fukuda, W. M. G.; *et al.* (2003).- Melhoramento de mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Série Documentos, 104.
- Fukuda, W.M.G.(2005).- Embrapa Pesquisa Mandioca para Indústria de Amido. Revista da Associação dos Produtores de Amido de Mandioca. Ano III. No 11. Julho-Setembro, p. 21-22.
- Genevero, J. C.; *et al.* (2006 a).- Consorciação da mandioca com adubos verdes num sistema sob manejo orgânico em Dourados, MS. In: Congresso Brasileiro de Agro-ecologia, 4. Belo Horizonte. Construindo horizontes sustentáveis: anais. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2006b. 1 CD-ROM.
- Genevero, J. C.; *et al.* A. (2006b).- Efeitos de adubos verdes sobre plantas espontâneas num sistema de consórcio, submetido a manejo orgânico. In: Congresso Brasileiro de Agro-ecologia, V. 4. Belo Horizonte.
- Giller, K.E. (2001).- Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems, 2nd ed. CAB International, Wallingford, UK.
- Gliessman, S. R. (2003).- Agroecologia y Agroecosistema. Ciência e Ambiente, 27:107-120.
- Gomes, J. de C. 1987.- Considerações sobre adubação e calagem para a cultivar. Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, v. 6, n. 2, p. 99-107.
- Greenland, D. J. (1977).- Contribution of microorganisms to the nitrogen status of tropical soil. In: Ayanaba, A. & Dart, P. J. Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics. New York, John Wiley. p. 13-25.
- Hart, R.D. (1980).- Agro-sistemas; Conceptos básicos. Turrialba, Catie, 1980, 211p.

- Heinzmann, F. X. (1985).- Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogénio por culturas de verão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 20, n. 9, p. 1021-1030.
- Hervas Moreno, E. (1997).- Mandioca, potencial energético na alimentação do suíno. Londrina: IAPAR, 53 p.(IAPAR.circular, 2º).
- Hodtke, M.; *et al.* (1997).- Balanço de nitrogénio em diferentes sistemas de produção orgânica para milho e caupi. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 26, Rio de Janeiro. Informação de solos na globalização do conhecimento sobre o uso de terras: anais. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Houba,V.J.; *et al.*(1988). - Soil and Plant Analysis. In: Agricultural University (ed) SOil Analysis Procedures. Wageningen. Agricultural University, pp 154-158 (Part 5, Chapter 15.1).
- Howeler, R. H. (1981).- Mineral Nutrition and Fertilization of Cassava. Series 09 EC– 4, CIAT, Cali, Colombia.
- Howeler, R.H.; *et al* (1987).- Soil conservation prstices in Cassava – based cropping systems. In Tay, T.H., Mokhtaruddin, A.M. and Zahari, A.B. (eds) Proceedings International Conference Steepland Agriculture in the Humid Tropics, Kuala Lumpur, Malaysia, 17 – 21 August,p. 490 – 517.
- Hughes, C.E.; *et al.* (2003).- Relationships among genera of the informal Dichrostachys and Leucaena groups (Mimosoideae) inferred from nuclear ribosomal ITS sequences. Pp. 221-238, in: Klitgaard, B.B. and Bruneau, A. (Eds.). Advances in Legume Systematics Part 10. Higher Level Systematics. Royal Botanic Gardens Kew.
- Hundal, H.S.; Dhillon, N.S. (1993).- Influence of green manures on P use efficiency in rice. International Rice Research Newsletter, v.18, n.1, p.43-44.

- Hutton, E.M. (1984).- Breeding and selecting leucaena for acid tropical soils. Pesq. agropec. Bras, Brasília. Pg. 263-274. ISO 734-2. (2008). - Determination of oil content - Part 2: Rapid extraction method.
- Jones, W.O. (1959.- *Manioc in Africa*. Stanford University Press, Standford, California
- Juo, A. S. R.; *et al.* (1995).- Changes in soil properties during long-term follow and continuous cultivation after first clearing in Nigeria. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 56, p. 8-9.
- Kebe, B.; *et al.* (2001).- Global Cassava Development Strategy: the African Regional Component. African Crop Science Conference Proceedings. (1):571-577.
- Khan, W. M. A. & Rachie, K. O. (1972).- Preliminar evaluation and utilization of pigeon-pea germplasm in Uganda. East Afr. Agric. For. J., 38(I): 78-82, Citado por Morton. SEIFFERT, N. F.
- Kiehl, E.J. (1985).- Contribuição para o estudo da poda e da decomposição de adubos verdes. Piracicaba : ESALQ, 113 p. Tese de Livre Docência.
- Kiehl, E.J. (1960).- Contribuição do Estudo da Poda e da Decomposição. Piracicaba SP: ESALQ, (Tese de Livre Docência).
- Kampen,J.; Budford,J. (1980).- Priorities for alleviating soil-related constraints to food crop production in the tropics. Manila: International Institute of Rural Reconstruction,p.141.
- Khatounian, C.A.(2000).- Agricultura orgânica pesquisa de sistemas de plantio direto sem herbicidas. Visão Agrícola (USP/ESALQ),v.5. 187-189.
- Kang, B.T.; *et al.* (1990).- Alley Farming. Advances in Agronomy, New York, v.43, p. 315-359.
- Kang,B.T.; *et al.* (1990).- Alley cropping maize (*Zea mays* L.) and leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.) in southern Nigeria. Plant and Soil, 63 :165-179.
- Kiehl, E.J. (1985).- Contribuição para o estudo da poda e da decomposição de adubos verdes. Piracicaba : ESALQ, 113 p. Tese de Livre Docência.

- Kimati, H.; *et al.* (2005).- Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas; 4ª Ed.vol. 2, p. 340-341 – São Paulo: Agronômica Ceres.
- Kluthcouski, J. (1980).- *Leucena: alternativa para a pequena e média agricultura*. Brasília: EMBRAPA-DID. 12p.
- Läkanen, E.; Erviö, R. (1971).- A comparison of eight extractants for determination of plant available micronutrients in soils. – *Acta Agralia Fennica*, 123, p. 223-232.
- Leal R. Wilson G F and Okigbo B N. (1979).- Changes in properties of an Alfisol produced by various crop covers. *Soil Sci.* 127:377-382.
- Leonel, M.; Cereda, M. P. (2002).- Características físico-químicas de algumas tuberosas amiláceas. *Ciência e Tecnologia de alimentos*, V. 22, nº 1, p. 65-69.
- Levin, J. (1985).- *Estatística Aplicada à Ciências Humanas*. Ed. Harper& Row Brasil, 2ª Ed., S. Paulo.
- Lima, A, C. R. C.; *et al.* (2005).- Estudo Comparativo entre Adubação Orgânica e Inorgânica através de Indicadores de Sustentabilidade. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 1-7, Campo Grande, Set.
- Lizita, F. O . (2005). - Agricultura familiar. Disponível em:[http://www.embrapa.gov.br/linhas de_acao/desenvolvimento/agri_familiar/index_html/mostra_documento](http://www.embrapa.gov.br/linhas_de_acao/desenvolvimento/agri_familiar/index_html/mostra_documento). Acesso a 25 de Abril de 2012.
- Lopes, A. C. (2006).- Efeito da irrigação e de épocas de colheita sobre a cultura da mandioca. 67p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- Lopes, A.S.; *et al.* (2003). - *Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA, 115 p.
- Lorenzi, J. O.; *et al.* (2002).- Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: Otsubo, A. A; Mercante, F. M.

- Lourenço, A. J.; *et al.* (1993).- Efeito de leguminosas tropicais na matéria orgânica do solo e na produtividade do Sorgo. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas, V. 17, p. 263-268.
- LQARS (Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva). (1977).- Sector de Fertilidade do solo: Documentação 2.- Lisboa: DGSA, Série Divulgação. 39 p.
- Ludke, J.V.; *et al.* (2005). - Uso Racional da mandioca e subprodutos na alimentação de aves e suínos: Processamento e utilização da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 301-422.
- Lunz, A. M. P; Melo, A. W. F. (1998).- Monitoramento e avaliação dos principais desenhos de sistemas agro-florestais multiestratos do Projecto Reca. Rio Branco: Embrapa-CPAF/ AC, 1998. p.1-4. (Pesquisa em Andamento, n.134).
- Macedo, R. L. G. (2000b).- Sustentabilidade dos sistemas agroflorestais recuperadores de áreas degradadas e conservadores da biodiversidade tropical. In: Macedo, R.L.G. Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA/Faepe. p.143-157.
- Macedo, R. L. G. (2000a).- Fundamentos básicos para implantação e manejo de sistemas agroflorestais. In: Macedo, R. L. G. Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA/Faepe,. p.5-35.
- Macedo, R.L.G. (1992).- Sistemas agroflorestais com leguminosas arbóreas para recuperar áreas degradadas por actividades agropecuárias. In: Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 1., Curitiba, 1992. Anais. Curitiba: UFPR/FUPEF, p. 136-147.
- Maestri Filho, M.J. (2007).- Agricultura Africana nos Seculos XVI e XVII no litoral de Angola. Maestri, M. J.(1924).- Notes sur les populations des Bassins du Kasai de la Lukenie et du Lac Leopold II, Bruxelles, p. 57

- Maini, S.B.; *et al.* (1970).- Determination of optimum time of harvesting in relation to yield and HCN content in cassava. P. 34-46. In: A. Central Tuber Crops Res.Inst;Trivandrun; India.
- Manyong,V.M. ; *et al.* (2001). - Fertiliser use and definition of farmer domains for impact oriented research in the Northern Guinea Savanna of Nigeria. *Nutr. Cycl, Agroecosyst.* 59. 129-141.
- Mapfumo, P.; Giller, K.E. (2001).- Soil Fertility Management Strategies and Practices by Smalholder Farmers in Semi-arid Areas of Zimbabwe. ICRISAT/FAO, Patancheru, AP,India.
- Mattos, L. L.; Martins, I. S. (2000).- Consumo de fibras alimentares em população adulta. *Revista de Saúde Pública*, 34: 50-55.
- Melo, E. S.; *et al.* (2005).- Viabilidade económica da produção de mandioca em pequena escala. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 11, 2005, Campo Grande. Resumos... Campo Grande: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. CD Rom.
- Medrado, M.J.S. (2000).- Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). *Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologias; Colombo, PR: Embrapa Floresta, p. 269-312.
- Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural. (2009).- Relatórios das Direcções Provinciais de Agricultura sobre a “Situação Fitossanitária” nas províncias durante o período 2008/2009, Luanda, Angola.
- Miranda, J.C.C.; Miranda, L.N. (1997).- Micorriza Arbuscular; in: Vargas, M.A; Hungria, M. (Ed.). *Biologia dos Solos dos Cerrados*. Planaltina, DF: Embrapa – CPAC. P. 69-123.

- Miyasaka, S.; *et al.* (1966).- Efeito da adubação verde com uma gramínea e quatro leguminosas sobre a produção do feijoeiro "da seca", em terra-roxa misturada. *Bragantia*, Campinas, v.25, n.25, p.277-289.
- Mondardo & Lavina . (1998).- Adubação Verde em Citros, Feijão e Mandioca. IAC-Instituto Agronômico de Campinas. In www.viaorganica.com.br/aadubverdcitros.htm-acessado a 9 de Março de 2012-14 Horas.
- Montoya, V, L. J.; Mazuchowski, J. Z. (1994). - Estado da arte dos sistemas agroflorestais na Região Sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 1.; Encontro Sobre Sistemas Agroflorestais Nos Países Do MERCOSUL, 1., Porto Velho. Anais... Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. v. 2, p. 77-96. (Embrapa-CNPQ. Documentos, 27).
- Morton, J. F.; *et al.* (1982).- Pigeon-peas *Cajanus cajan* Millsp). A valuable crop of the tropics. Mayaguez, Univ. Puerto Rico - Dep. of Agronomy and Soils, 122p.
- Mpeperecki, S.; *et al.* (2000).- Soyabeans and sustainable agriculture: Promiscuous Soyabeans in southern Africa. *Field Crop. Res.* 65. 137-149.
- Muller, N.R.M.; *et al.* (1992).- Uso de leguminosas para produção de biomassa. In: Embrapa. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Humido (Belém, PA). Programas Nacionais de Pesquisa para a Região do Trópico Húmido. Belém, p.111-120.
- Mulongoy K and Akobundu, I .O. (1985).- Nitrogen uptake in live mulch systems. In: *Proceedings of the international symposium on nitrogen management in the tropics*. IB., Haren (Gr.), The Netherlands. (in press).
- Muondo, P. António. (2005).- Estudo de Sistemas de Produção de Mandioca em Angola. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronômica e Recursos Naturais), Instituto Superior da Agronomia da UTL e Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Agostinho Neto, Huambo, Angola.

- Miller, R. H. (1998).- Factors affecting the decomposition of an anaerobic digested sewage sludge in soil. J. Env. Qual. 3:376-380.
- Mulvaney, R.L. (1996). - Chemical Methods. In: SSSA (ed). Methods of Soil Analysis, part 3, 3rd edn. SSSA. Madison, pp 1123-1184.
- Nair, P. K. R. (1984).- Soil productivity aspects of agroforestry. Nairobi: ICRAF. 85p. (Science and Practice of Agroforestry).
- Nascimento, J. T.; *et al.* (2003).- Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3. p.457-462.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington, EUA. (1977).- Leucaena promising forage and tree-crop for the tropics. Washington, National Research Council, T977. 115p.
- Neto, F. da Silva; *et al.* (2003).- Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.457-462, 2003, Campina Grande, Brasil
- Netto, I. (1960). - Análise de Géneros Alimentícios. Métodos Físicos e Químicos. Lisboa. Edição do Autor.
- Ngambeki, D. S. (1985).- Economic evaluation of alley cropping leucaena with maize-maize and maize – cowpea in Southern Nigeria. Agriculture System, v. 17, p. 243-258.
- Norma Portuguesa NP – 874. (1984). - Alimentos para animais. Determinação do teor de Fósforo. Processo de referência. Lisboa. DGQ.
- NP-2030- (1983).- Alimentos para animais. Determinação do teor de proteína bruta. Lisboa: Direcção Geral de Qualidade. 4 p.
- NP-872. (1981).- Alimentos para animais. Determinação do teor de cinza. Lisboa. IGPAI- Repartição de normalização. 2 p.

- NP-2029- (1983). - Alimentos para animais. Determinação do teor de proteína bruta. Lisboa: Direcção Geral de Qualidade.
- Nweke, F.I. (1994).- Processing potential for cassava production growth in sub-Saharan Africa Collaborative Study of cassava in Africa COSCA working Paper Nº 11 International Institute of Tropical Agriculture (IITA)- Ibadan, Nigeria.
- Nweke, F.I. and Ezumah, H.C. (1992).- Cassava in Africa farming and food systems: Implication for use in livestock feeds. Proceedings of the IITA/ILCA/University of Ibadan Workshop on the Potential Utilization of cassava as livestock Feed in Africa P 7-15.
- O'Hair, Stephen. (1998).- Cassava. New Crop (site virtual). Indiana (EUA): Center for New Crops & Plant Products. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop>>. Acesso em: 25 mar. 2012.
- Oliveira, FL., *et al.* (2005).- Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalaria, sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira* 23: 184-188.or
- Otero, J. R. (1952).- Vamos plantar guandu. O zebu das leguminosas. São Paulo. Chácaras e Quintais. 16p. (Coleção Vamos para o Campo, 66).
- Padovan, M. P. (2006).- Efeito de diferentes coberturas do solo sobre o desempenho da alface num sistema sob manejo orgânico
- Passos, C. M.; Couto, L. (1997).- Sistemas agroflorestais potenciais para o estado do Mato Grosso do Sul. In : Seminário sobre Sistemas Agroflorestais para o Mato Grosso do Sul, 1.; 1997, Doutorados. Embrapa CPAO, 1997. p. 16-2.(Embrapa-CPAO. Documento; 10).
- Paulus, G. (2004).- Agro-ecologia: base científica para uma agricultura sustentável. Folheto informativo, Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural. Brasil

- Pequeno, P.L.L. (1999).- Sistema radicular de leguminosas: Efeito nas propriedades físicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo no município de Alagoinha, PB. Areia: UFPB, 52p. Dissertação Mestrado
- Pereira Filho, I.A.; *et al.* (2000).- Uso de leucaena com fonte alternativa de adubo nitrogenado para o cultivo de milho. Resumos do XXIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Uberlândia: UFU, 114 p.
- Perez, Priscilla. (2004).- Bancos de germoplasma garantem futuro da cultura. Associação Brasileira dos Produtores de mandioca. www.abam.com.br – Acessado a 19 de Março de 2012.
- Perpétuo, I. F. (2011).- Norte e Nordeste usam técnicas pré-cabralinas. <http://www1.folha.uol.com.br/fol/brasil5000/comida4.htm>.. 02 Ago.
- PIRAI SEMENTES. (2004).- Feijão guandu anão. Disponível em: <<http://www.pirai.com.br>>. Acessado em: 13 Abril. 2012.
- Pinazza, A.H.; *et al.* (1994).- Avaliação econômica de sistemas de consórcio intercalar cana-de-açúcar/milho. STAB. Açúcar Alcool e Subprodutos, Piracicaba, Brasil. v.12, n.8, p.11-14, jul/ ago.
- Portes, T. A.; Silva, C.C. (1996).- Cultivo consociado. In: Araujo, R.S. *et al.* (Coords.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil, Piracicaba, p.620-638.
- Portz, A. (2001).- Determinação de parâmetros nutricionais e produtivos da cultura de mandioquinha-salsa em Nova Friburgo-RJ. Rio de Janeiro: UFRRJ. 99p. (Tese mestrado).
- Póvoas, Iolanda e Barral, M.F. (1992).- Métodos de Análise de Solos. 10:61
- Putthacharoen, S.; *et al.* (1998). - Nutrient uptake and soil erosion losses in cassava and six other crops in a Psament in eastern Thailand. Field Crops Research, v.57, p.113-126. Jaboticaba, 100p.
- Queiroz, L. R. (2006).- Leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura do milho, em Campos dos Goytacazes, RJ. 72 f. Tese de Doutorado em Produção

- Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.
- Rao, M. R.; Mathuva, M. N. (2003).- Legumes for improving maize yields and income in semi-arid Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 78, n. 2; p. 123-137.
- Ravi, V. and Saravanan, R. (2001).- Photosynthesis and productivity of cassava under water deficit stress and stress free conditions. *J. Root Crops*, 27: 214-218.
- Risser, P.G. (1985).- Toward a Holistic Management Perspective. *Biociencia*. V. 35, p. 414-418. In: Margarido, L.A.C. 1994. Valorização ambiental de alguns aspectos funcionais de uma área natural de conservação. Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí. São Carlos, UFSCar, 92p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos.
- Ross, H.B. (1975).- *The diffusion of the manioc plant from South America to Africa: An essay in ethnobotanical culture history*. Ph.D. dissertation. Faculty of Political science, Colombia University, New York. 135 pp.
- Rossel, H.W; G. Thottappilly (1985).- *Virus disease of important food crops in tropical Africa*. IITA, Ibadan, Nigeria. pp.14-18.
- Ramanujam, T. (1980).- Growth analysis of cassava. P. 38-51. In: *Central Tuber Crops Res.Inst;Trivandrun; India*.
- Rao, M. R.; *et al.* (2002).- Forage production and nutritive value of selected pigeonpea ecotypes in the southern Great Plains. *Crop Science, Madison*, v. 42, n. 4, p. 1259-1263.
- Rostagno, H.S (Ed.). (2005).- *Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2. Ed. Viçosa, Mg: UFV, Departamento de Zootecnia 141 p.
- Sá, T. D. A. (1994).- Aspectos climáticos associados a sistemas agroflorestais: implicações no planejamento e manejo em regiões tropicais. In: *Congresso*

- Brasileiro Sobre Ecossistemas Agroflorestais, 1. Porto Velho. Anais..., Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. p.391-431. (Documentos, 27).
- Salmi, G. P.; *et al.* (2006).- Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n. 4, p. 673-678.
- Sampaio, A.O.; Ferreira, Filho. (1995).- A mandioca na alimentação animal. Informativo da Fazenda Paschoal Gomes. Ano 3, nº 6, Agosto, p. 4.
- Sampford, N. P.; *et al.* (1994).- Aproveitamento do nitrogénio pelo sorgo em sucessão a leguminosas incorporadas em diferentes épocas de corte. *Revista brasileira de ciência do solo*, Campinas, v.18, n.2, p.221-227.
- Sanchez, P.A. (2002).- Soil Fertility and Hunger in Africa. Science, Vol. 295 nº 5562. P.2019-2020. Policy Forum Ecology.
- Santos, J. Quelhas. (2012).- Fundamentos da utilização dos Adubos e Corretivos, 4ª Edição revista e actualizada, Publicações Europa-America
- Santos, M.J.C. (2000).- Avaliação Económica de quatro modelos agro-florestais em áreas degradadas por pastagem na Amazônia Ocidental. 75p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura “ Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. São Paulo, **32**:78-84, 1980.
- Sanginga, N.; *et al.* (2001). - Contribution of nitrogen fixation to the maintenance of soil fertility with emphasis on promiscuous soybean maize-based cropping systems in the moist Savanna of West Africa. In: Tian.
- Sanginga, N.; *et al.* (1984).- Inoculation of *Leucaena leucocephala* (Lam. De Wit) With *Rhizobium* and its contribution to subsequent maize crop. Second Int. Conf. Biol. Agric. “The role of Microorganisms in Sustained agriculture” Wye College, Ashford, Kent, UK. Sep. 3 – 7.
- Seiffert, N.F. e Thiago, L.R.L.S. (1993).- Legumineira – Cultura Forrageira para produção de Proteína. Embrapa/CNPQ. Circ.Tec. nº 13.52 p-, C. Grande – MS.

- Schneider, S. Mattei, L.; Cazella, A. A. (2004).- Histórico, caracterização e dinâmica recente do PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. In: Schneider, S., Silva, M. K., Marques, P. E. M. (Orgs.). Políticas Públicas e Participação Social no Brasil Rural. Porto Alegre, p. 21-50. Acessado 12 de Março de 2012.
- Schroth, G.; Lehmann, J. (1995).- Contrasting effects of roots and mulch from three agroforestry tree species on yields of alley cropped maize. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, v. 54, p. 89-101.
- Scooner, I. (2001).- *Dynamics and Diversity: Soil Fertility Management and Farming Livelihoods in Africa: Case Studies from Ethiopia, Mali and Zimbabwe*. Earthscan Publications I. td., London. UK.
- SEAB. (2006).- Relatório da Secretaria de agricultura e abastecimento do Paraná. Curitiba. Disponível em : <http://www.pr.gov.br/seab/nucleo.shtml> Acesso em 23 de Novembro de 2010.
- Sgarbieri, V.C. (1980).- Estudo do conteúdo e de algumas características das proteínas.
- Silva, T. O. Da.; Menezes, R. S. C.(2007).- Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.31, n. 1, p. 39-49.
- Sidiras, N.; Pavan, M.A. (1985).- Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.9, p.249-254.
- Silva, C. M. M. de. S. (1992).- Avaliação do gênero *Leucaena* na região semi-árida de Pernambuco. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 21 p. (EMBRAPA-CPATSA Boletim de Pesquisa, 44).
- Silva, D.J. (1997).- Institutions and managing the environment. *Wat. Sci. Tech.* V. 19 nº 9, p 53-58. In Margarido, L.A.C. Valorização ambiental de alguns aspectos funcionais de uma área natural de conservação.

- Skerman, P. J. (1977).- Tropical forage legumes. Rome, FAO, 610p. Circular Técnica, (13).
- Smaling, E.M. A.; *et al.* (1997).- Soil fertility in Africa is at stake! In: Buresh. R.J., Sanchez, P.A., Calhoun. F. (Eds.). Recapitalization of Soil Nutrient Capital in sub-Saharan Africa. ASSA/CSSA/SSSA. Madison. Wisconsin, pp. 47-61.
- Sousa, F. B. de.; Araujo, M. R. A. de. (1995).- Avaliação de genótipos de leucena na região semi-árida do Ceará. Revista Brasileira de Zootecnia, v.24, n.5, p.736-746.
- Souza, L. D.; Souza, L. da S. (2000).- Escolha da área e preparo do solo. In: Mattos, P. L. P. de; Gomes, J. de C. (Coords.). O cultivo da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. p. 14-15. (Circular técnica, 37).
- Sousa, D. M. G.; Lobato, E. (2003). - Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. Piracicaba: Potafos, 16p. (Informações Agronômicas, 102).
- Stewart, B. A. ; Meek, B. D. (1977).- Soluble salt considerations with waste application. In: Soils for management of organic wastes and waste waters. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Am. and Soil Sci. Soc. Am. publishers, U.S.A., pp.219-233.
- Steppler H. A. e P. K. R. Nair. (1987).- Agroforestry-a decade of development. ICRAF, Nairobi. 335 p.
- Ströhlein & C^a. (1964). - Apparatus, Instruments, Equipment for the Chemical Laboratory. Dusseldorf: Ströhlein Catalog 900 – E (Section G) p 46-47.
- Stoorgel, J.J.; *et al.*(1993).- Calculating soil nutrient balances in Africa et different scales. Fertilizer Research 35:237-250.
- Suzuki, L. E. A. S.; Alves, M. C. (2006).- Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo, Bragantia, Campinas, v. 65, n. 1, p. 121-127.
- Thomas, H.; Laidlaw, A. S. (1981).- Planning, design and establishment of experiments. p. 15-38. In: HODGSON, J.; BAKER, R. D.; DAVIES, A.; LAIDLAW, A. S.; LEAVER, 1.

- D. (Eds.) *Sward measurement handbook*. The British Grassland Society. Grassland Research Institute, Hurley, Maidenhead, Berkshire. 277p.
- Thresh. J. M.; *et al.* (1994).- Research on African cassava mosaic virus: the need for international collaboration. In: Root Crops for Food Security in Africa. Proceedings 5th Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops – Africa Branch.(Ed.by Akoroda, M.O.),pp 271-274.IITA, Ibadan, Nigeria. 1994.
- Tittonell, P. (2003).- Soil Fertility Gradients in Smallholder Farms of Western Kenya> Their Origin, Magnitude and importance . MSc. Thesis. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- Vanlauwe, B.; *et al.* (2005).- Laboratory validation of a resource quality-based conceptual framework for organic matter management. Soil Science Society of America Journal, v.69, p.1135-1145.
- Vanlauwe, B.; *et al.* (1996).- Soil litter dynamics and N use in a leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.) alley cropping system in Southwestern Nigeria. Soil Biology & Biochemistry, v. 28, n. 6, p. 739-749.
- Vididal Filho, P. S.; *et al.* (2000).- Avaliação de cultivares de mandioca na região noroeste do Paraná. Bragantia, Campinas, v. 59, n. 1, p. 69-75.
- Wade, M.K.; Sanchez, P.A. (1983).- Mulching green manure applications for continuous crop production in the amazon basin. Agronomy Journal, Madison, v.75, p.39-45.
- West, C.E.; *et al.* (eds.). (1988).- The composition of foods commonly eaten in East Africa. Wageningen, Países Baixos, Wageningen Agricultural University.
- Willey, R.W. (1979).- Intercropping. Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. Field Crops Abstr.32: 1-10.

Wilson G F. Lal R and Okigbo B N. (1982).- Effects of cover crops on soil structure and on yield of subsequent arable crops grown under strip tillage on an eroded Alfisol. *Soil Till. Res.* 2: 233-250.

WRB, (2006).- A framework for international classification, correlation and communication. International Union of Soil Science, ISRIC, World Soil Information e. World Soil Resources Reports, 103, FAO, Food and Agriculture Organization Of the United Nations, Rome.

Zar, J.H. (1999).- Significance testing of the Spearman rank correlation coefficient. Biostatistical Analysis. Fifth Edition

ANEXOS

ANEXO I

Anexo I.1 Correlações produção e variáveis do solo (Cacuso)

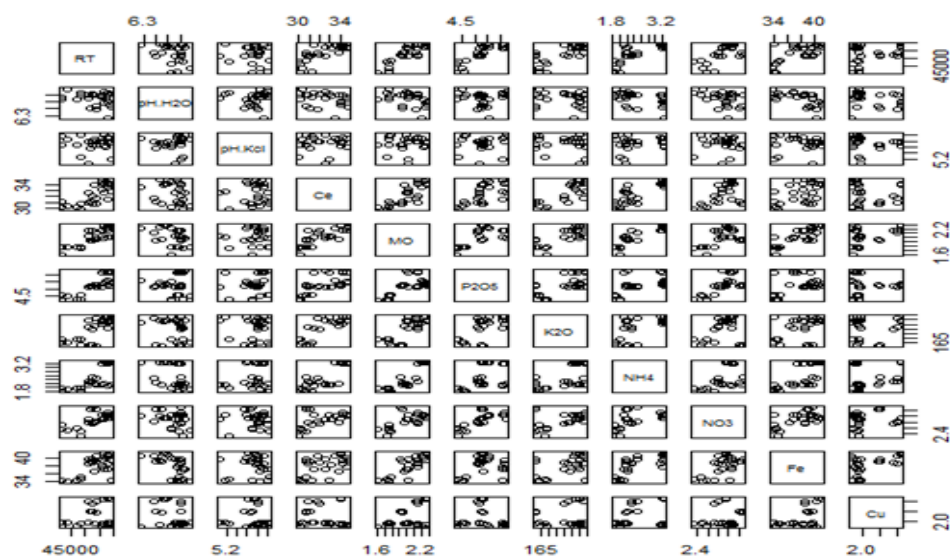


Fig.1 Número de Raízes por hectare, matriz inicial

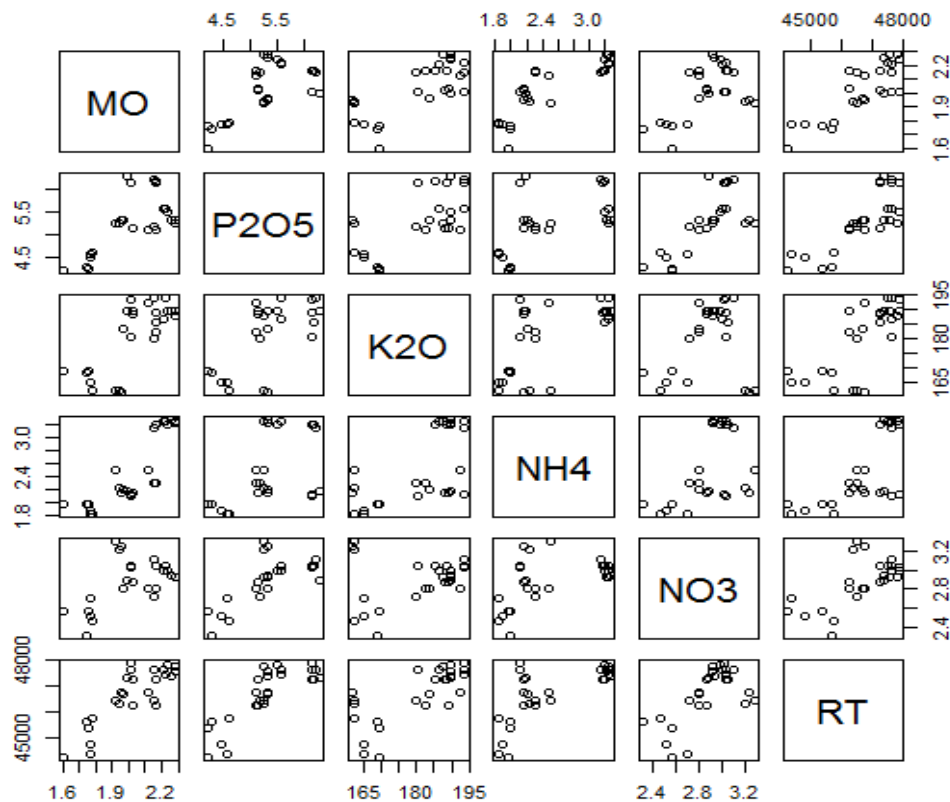


Fig. 2. Número de Raízes por hectare, matriz reduzida



Fig.3 Produção total (kg/ha), matriz inicial

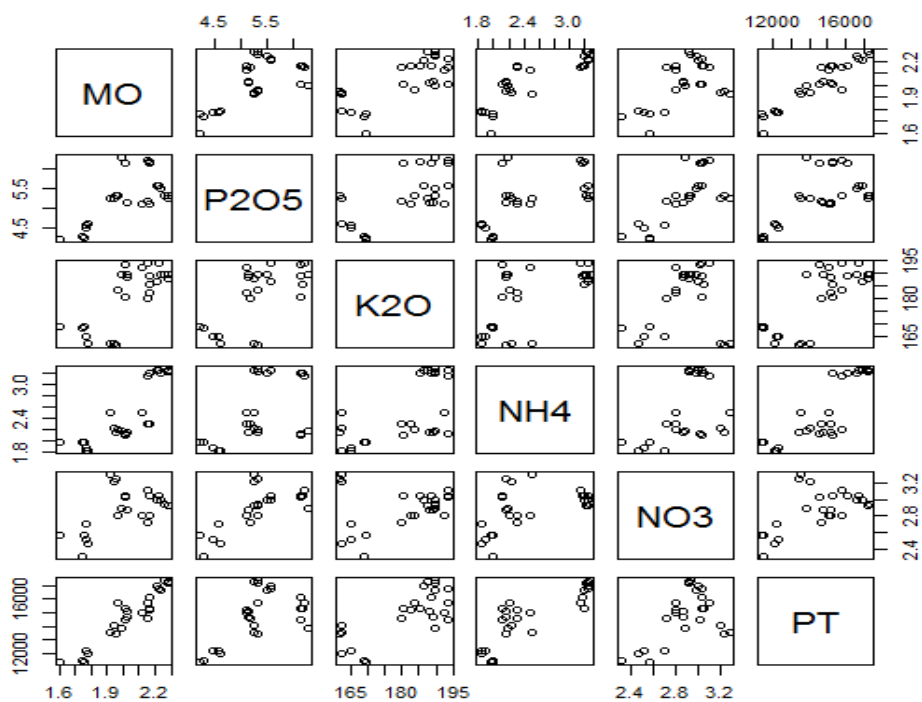


Fig.4 Produção total (kg/ha), matriz reduzida



Fig.5 Produção Comercial (kg/ha), matriz inicial

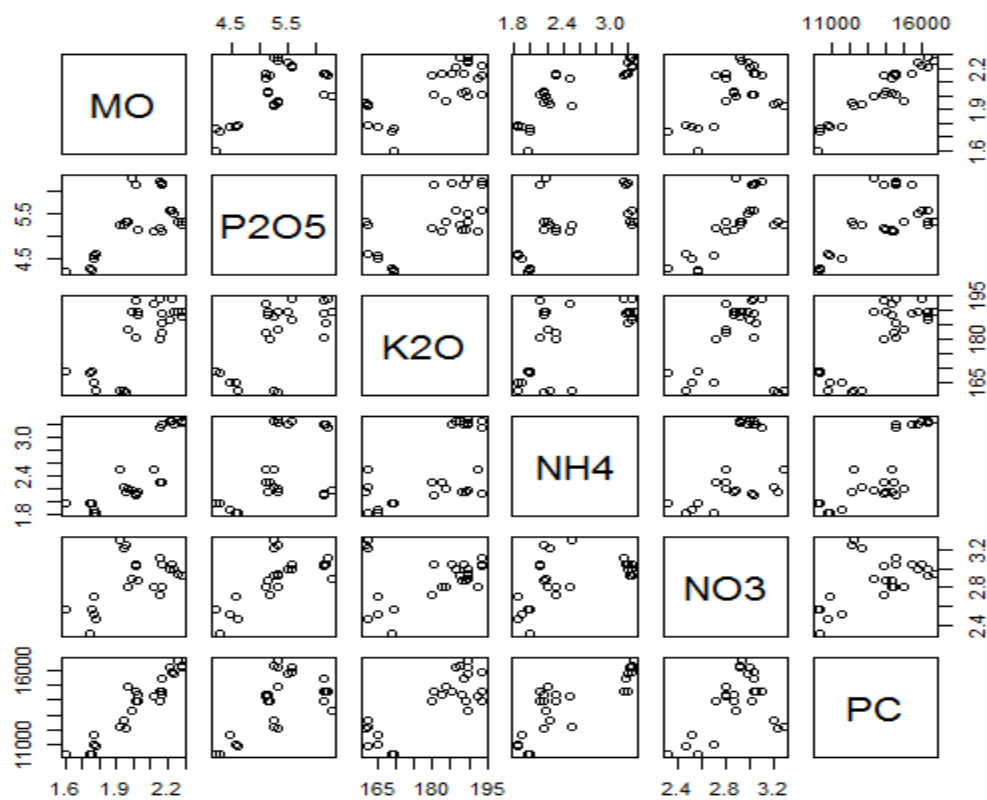


Fig.6 Produção Comercial (kg/ha), matriz reduzida

Anexo I. 2 Correlações produção e variáveis do solo (Mazozo)

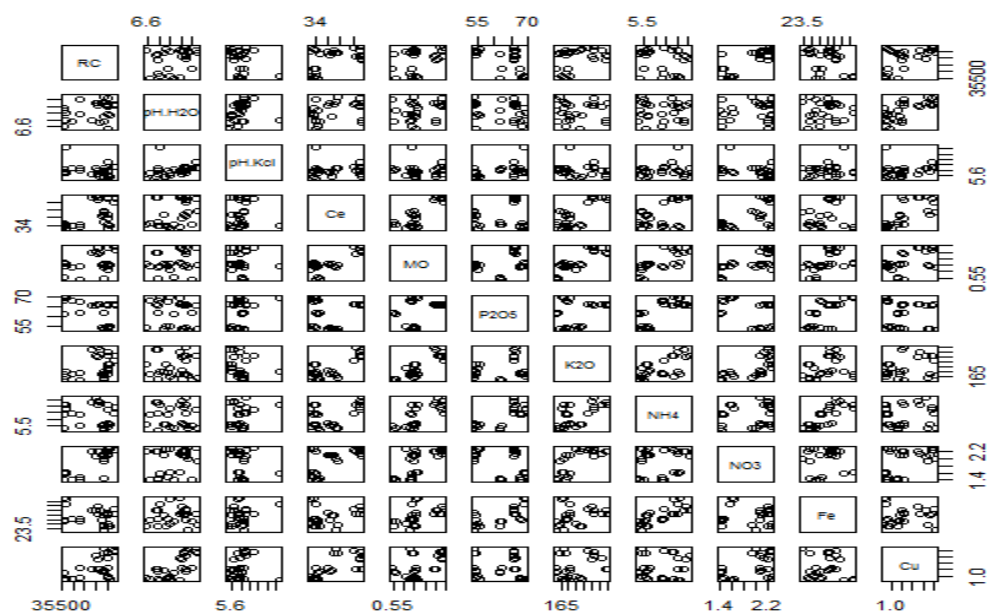


Fig.1 Número de Raízes Comerciais, matriz inicial

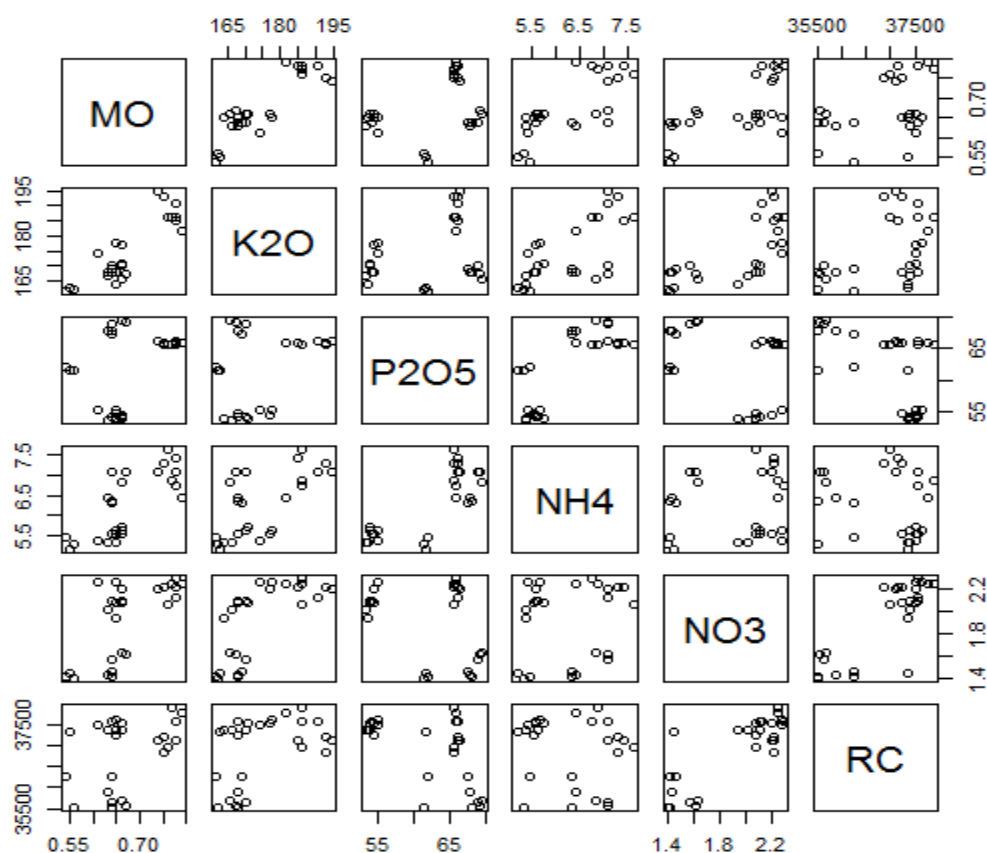


Fig.2 Número de Raízes Comerciais, matriz reduzida

Anexo I. 2 Correlações produção e elementos do solo (Mazozo)

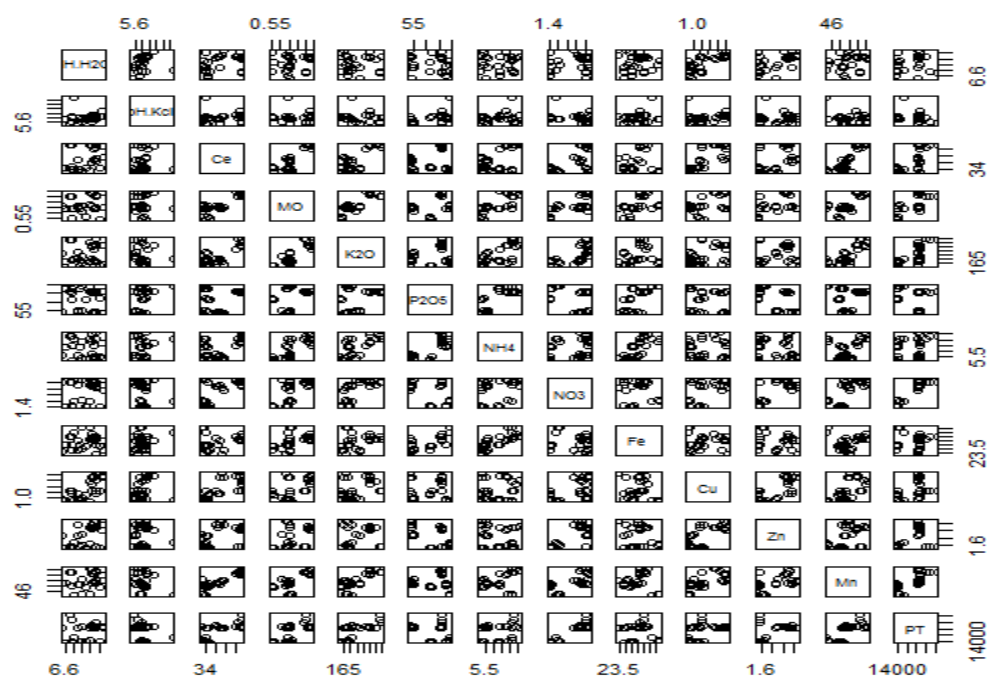


Fig.3 Produção Total (kg/ha) , matriz inicial

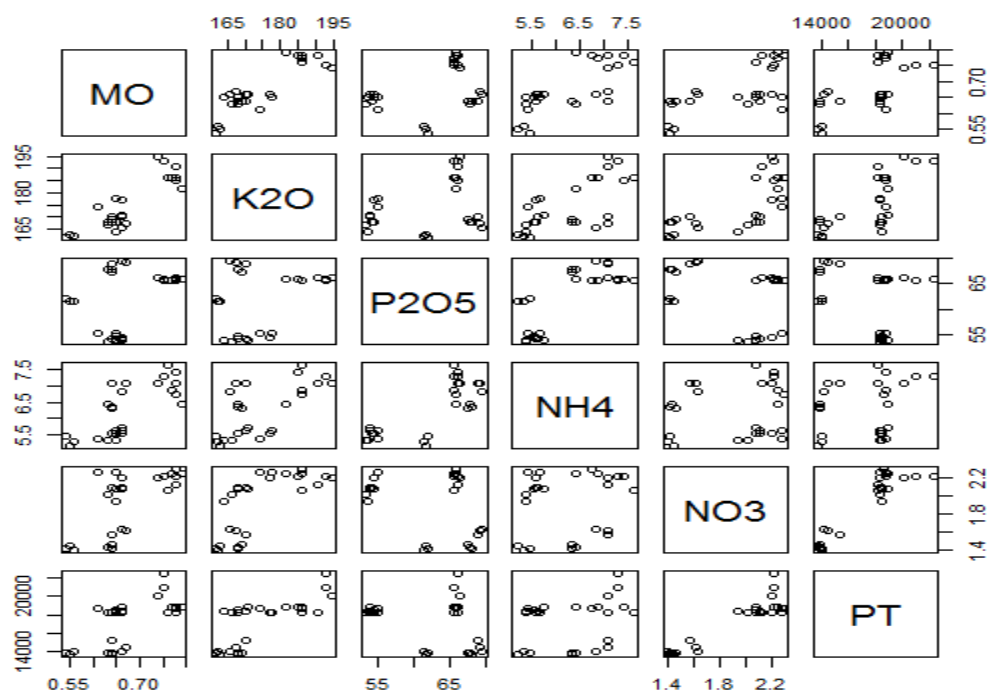


Fig.4 Produção Total (kg/ha) , matriz reduzida

Anexo I. 2 Correlações produção e elementos do solo (Mazozo)



Fig.5 Produção Comercial (kg/ha), matriz inicial

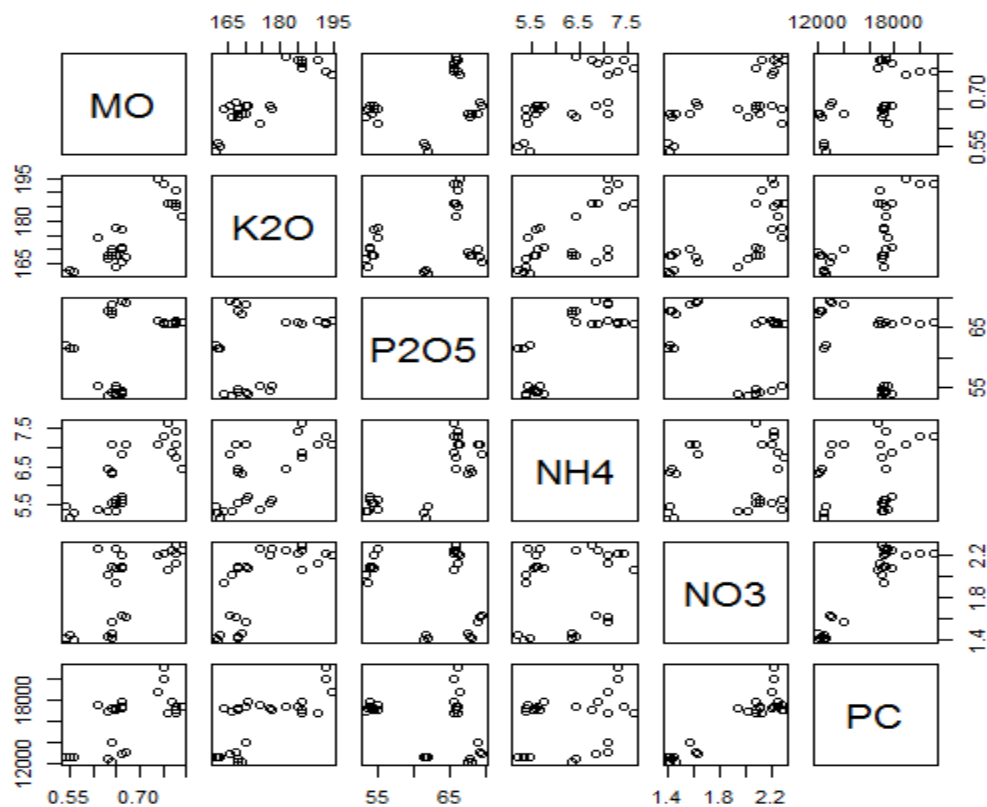


Fig.6 Produção Comercial (kg/ha), matriz reduzida

Anexo II - Regressão Linear Múltipla

Anexo II.1 - Cacuso

Tabela 1 Número Total de Raízes e variáveis do solo

Matiz inicial (RT~pH.H2O+pH.Kcl+Ce+MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Fe+Cu+Zn+Mn.data=solo1)							
Matiz reduzido 1 (RT~MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Cu+Zn.data=solo1)							
V1	V2	Correlação	r ²	r ² Aj.	Sig. V	p-V	F
Matriz. In	RT (Nº/ha)		0.8627	0.745		0.000385	7.32
Matriz. Red.	RT (Nº/ha)		0.8485	0.7927		1.442e ⁻⁰⁶	15.2
(-P ₂ O ₅)	RT (Nº/ha)		0.8055	0.7761	K ₂ O* NO ₃ ⁻ **	1.486e ⁻⁰⁷	22.78
(-K ₂ O)	RT (Nº/ha)		0.8412	0.8123	P ₂ O ₅ ** MO**	1.661e ⁻⁰⁸	29.13
(-MO)	RT (Nº/ha)		0.8107	0.7763	K ₂ O*	1.108e ⁻⁰⁷	23.56
(-NO ₃ ⁻)	RT (Nº/ha)		0.8425	0.8138	P ₂ O ₅ ***MO*	1.52e ⁻⁰⁸	29.42
(-Cu)	RT (Nº/ha)		0.8485	0.803		3.135e ⁻⁰⁷	18.66
(-Zn)	RT (Nº/ha)		0.847	0.8011		3.44e ⁻⁰⁷	18.45
(-NH ₄ ⁺)	RT (Nº/ha)		0.8453	0.8171	P ₂ O ₅ * MO*	1.254e ⁻⁰⁸	30.04
MO+P ₂ O ₅	RT (Nº/ha)		0.8407	0.8274	MO***P ₂ O ₅ ***	2.68e ⁻¹⁰	63.31
P ₂ O ₅ +K ₂ O	RT (Nº/ha)		0.7536	0.7331	P ₂ O ₅ ***K ₂ O*	4.999e ⁻⁰⁸	36.71
P ₂ O ₅ +NO ₃ ⁻	RT (Nº/ha)		0.6835	0.6571	P ₂ O ₅ ***	1.012e ⁻⁰⁶	25.91
P ₂ O ₅ +NH ₄ ⁺	RT (Nº/ha)		0.7723	0.7533	P ₂ O ₅ ***NH ₄ ⁺ ***	1.948e ⁻⁰⁸	40.69
MO+K ₂ O	RT (Nº/ha)		0.7242	0.7013	MO***	1.934e ⁻⁰⁷	31.51
MO+NO ₃ ⁻	RT (Nº/ha)		0.7541	0.7336	MO***NO ₃ ⁻ *	4.897e ⁻⁰⁸	36.79
MO+NH ₄ ⁺	RT (Nº/ha)		0.7014	0.6766	MO***	5.015e ⁻⁰⁷	28.19
K ₂ O+NO ₃ ⁻	RT (Nº/ha)		0.7663	0.7469	K ₂ O***NO ₃ ⁻ ***	2.648e ⁻⁰⁸	39.36
K ₂ O+NH ₄ ⁺	RT (Nº/ha)		0.635	0.6046	K ₂ O**NO ₃ ⁻ *	5.594e ⁻⁰⁶	20.88
NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻	RT (Nº/ha)		0.6082	0.5756	NH ₄ ⁺ ***NO ₃ ⁻ *	1.308e ⁻⁰⁵	18.63
Zn+P ₂ O ₅	RT (Nº/ha)		0.7546	0.7341	Zn*P ₂ O ₅ ***	4.775e ⁻⁰⁸	36.9
Zn+K ₂ O	RT (Nº/ha)		0.6134	0.5812	K ₂ O***	1.113e ⁻⁰⁵	19.04
Zn+NH ₄ ⁺	RT (Nº/ha)		0.4929	0.4506	NH ₄ ⁺ ***	0.0002892	11.66
Zn+MO	RT (Nº/ha)		0.7244	0.7014	MO***	1.922e ⁻⁰⁷	31.54
Zn+NO ₃ ⁻	RT (Nº/ha)		0.63	0.5992	Zn**NO ₃ ⁻ ***	6.575e ⁻⁰⁶	20.44
P ₂ O ₅ +Cu	RT (Nº/ha)		0.725	0.702	Cu*P ₂ O ₅ ***	1.873e ⁻⁰⁷	31.63
K ₂ O+Cu	RT (Nº/ha)		0.5609	0.5243	K ₂ O***	5.133e ⁻⁰⁵	15.33
Cu+NH ₄ ⁺	RT (Nº/ha)		0.4852	0.4423	NH ₄ ⁺ ***	0.0003461	11.31
Cu+NO ₃ ⁻	RT (Nº/ha)		0.4364	0.3894	NO ₃ ⁻ ***	0.001028	9.29
Zn+Cu	RT (Nº/ha)		0.06733	-0.01039		0.4333	0.8663
Cu+MO	RT (Nº/ha)		0.7487	0.7277	Cu* MO***	6.356e ⁻⁰⁸	35.74
MO	RT (Nº/ha)	0.83711959	0.7009	0.6889	***	5.211e ⁻⁰⁸	58.58
P ₂ O ₅	RT (Nº/ha)	0.8214362	0.6748	0.6617	***	1.511e ⁻⁰⁷	51.87
K ₂ O	RT (Nº/ha)	0.739968	0.5476	0.5295	***	1.027e ⁻⁰⁵	30.26
NH ₄ ⁺	RT (Nº/ha)	0.6962943	0.4848	0.4642	***	5.489e ⁻⁰⁵	23.53
NO ₃ ⁻	RT (Nº/ha)	0.6572196	0.4319	0.4092	***	0.0001957	19.01
Cu	RT (Nº/ha)	0.1750236	0.03063	-0.008141		0.3826	0.79
Zn	RT (Nº/ha)	0.1850706	0.03425	0.004379		0.3554	0.8866
RT: Número total de raízes por hectare							

Tabela 2 Número de Raízes Comerciais e variáveis do solo

Matiz inicial (Rc~pH.H2O+pH.Kcl+Ce+MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Fe+Cu+Zn+Mn.data=solo1)							
Matiz reduzido 1 (Rc~MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ .data=solo1)							
V1	V2	Correlação	r ²	r ² Aj.	Sig. V	p-V	F
Matriz. In	RC(Nº/ha)		0.772	0.5765		0.008429	3.95
Matriz. Red.	RC(Nº/ha)		0.7016	0.6305		5.753e ⁻⁰⁵	9,874
(-P ₂ O ₅)	RC(Nº/ha)		0.6895	0.6331	K ₂ O**	2.219e ⁻⁰⁵	12.21
(-K ₂ O)	RC(Nº/ha)		0.6539	0.509	MO* P ₂ O ₅ *	6.997e ⁻⁰⁵	10.39
(-MO)	RC(Nº/ha)		0.6702	0.6102	K ₂ O**	4.209e ⁻⁰⁵	11.07
(-NO ₃ ⁻)	RC(Nº/ha)		0.7009	0.6465	K ₂ O*	1.492e ⁻⁰⁵	12.89
(-NH ₄ ⁺)	RC(Nº/ha)		0.6876	0.6307		2.372e ⁻⁰⁵	12.1
MO+P ₂ O ₅	RC(Nº/ha)		0.6235	0.5921	*** **	8.111e ⁻⁰⁶	19.87
P ₂ O ₅ +K ₂ O	RC(Nº/ha)		0.6619	0.6337	P ₂ O ₅ *** K ₂ O*	2.234e ⁻⁰⁶	23.49
P ₂ O ₅ +NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)		0.4716	0.4275	P ₂ O ₅ ***	0.0004742	10.71
P ₂ O ₅ +NH ₄ ⁺	RC(Nº/ha)		0.5202	0.4802	P ₂ O ₅ ***NH ₄ ⁺ ***	0.0001489	13.01
MO+K ₂ O	RC(Nº/ha)		0.6525	0.6235	MO***	3.101e ⁻⁰⁶	22.53
MO+NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)		0.5496	0.5121	MO***NO ₃ ⁻ *	6.963e ⁻⁰⁵	14.64
MO+NH ₄ ⁺	RC(Nº/ha)		0.5662	0.5301	MO***	4.37e ⁻⁰⁵	15.66
K ₂ O+NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)		0.6599	0.6315	K ₂ O***NO ₃ ⁻ ***	2.396e ⁻⁰⁶	23.28
K ₂ O+NH ₄ ⁺	RC(Nº/ha)		0.6081	0.5754	K ₂ O**NH ₄ ⁺ *	1.314e ⁻⁰⁵	18.62
NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)		0.6082	0.5756	NO ₃ ⁻ *NH ₄ ⁺ ***	1.308e ⁻⁰⁵	18.63
MO	RC(Nº/ha)	0.7398636	0.5474	0.5293	***	1.031e ⁻⁰⁵	30.24
P ₂ O ₅	RC(Nº/ha)	0.6839277	0.4678	0.4465	***	8.379e ⁻⁰⁵	21.97
K ₂ O	RC(Nº/ha)	0.775395	0.6012	0.5853	***	2.032e ⁻⁰⁶	37.69
NH ₄ ⁺	RC(Nº/ha)	0.553324	0.3062	0.2784	**	0.002755	11.03
NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)	0.4507518	0.2032	0.171	*	0.01829	6.375
RC: Número de raízes comerciais po hectare							

Tabela 3 Produção Toral (kg/ha) e variáveis do solo

Matiz inicial (PT~pH.H2O+pH.Kcl+Ce+MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Fe+Cu+Zn+Mn.data=solo1)							
Matiz reduzido 1 (RT~MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Cu+Zn.data=solo1)							
V1	V2	Correlação	r ²	r ² Aj.	Sig. V	p-V	F
Matriz. In	PT (kg/ha)		0.9837	0.9697	Cu***NO ₃ ⁻ ***Zn***P ₂ O ₅ *	2.267e ⁻¹⁰	70.35
Matriz. Red.	PT (kg/ha)		0.9755	0.9664	Cu**NO ₃ ⁻ ***Zn***P ₂ O ₅ **	6.057e ⁻¹⁴	107.9
(-P ₂ O ₅)	PT (kg/ha)		0.9616	0.9501	NO ₃ ⁻ ***Zn***MO*	4.261e ⁻¹³	83.52
(-K ₂ O)	PT (kg/ha)		0.9749	0.9674	NO ₃ ⁻ ***Zn***P ₂ O ₅ **Cu**	6.14e ⁻¹⁵	129.7
(-MO)	PT (kg/ha)		0.9748	0.9672	NO ₃ ⁻ ***Zn***P ₂ O ₅ **Cu***NH ₄ ⁺ *	6.534e ⁻¹⁵	128.9
(-NO ₃ ⁻)	PT (kg/ha)		0.9396	0.9214	Zn**P ₂ O ₅ *	3.827e ⁻¹¹	51.83
(-NH ₄ ⁺)	PT (kg/ha)		0.9729	0.9648	NO ₃ ⁻ ***Zn***P ₂ O ₅ **Cu**	1.33e ⁻¹⁴	119.8
(-Cu)	PT (kg/ha)		0.9593	0.9471	NO ₃ ⁻ ***Zn***MO***	7.664e ⁻¹³	78.53
(-Zn)	PT (kg/ha)		0.9218	0.8983	MO**	4.868e ⁻¹⁰	39.29
MO+P ₂ O ₅	PT (kg/ha)		0.9035	0.8955	MO***	6.483e ⁻¹³	112.4
P ₂ O ₅ +K ₂ O	PT (kg/ha)		0.6405	0.6105	K ₂ O***	4.666e ⁻⁰⁶	21.38
P ₂ O ₅ +NO ₃ ⁻	PT (kg/ha)		0.4332	0.386	P ₂ O ₅ *	0.001099	9.172
P ₂ O ₅ +NH ₄ ⁺	PT (kg/ha)		0.7586	0.7385	P ₂ O ₅ *NH ₄ ⁺ ***	3.91e ⁻⁰⁸	37.72
MO+K ₂ O	PT (kg/ha)		0.9081	0.9005	MO***K ₂ O	3.615e ⁻¹³	118.6
MO+NO ₃ ⁻	PT (kg/ha)		0.9048	0.8968	MO***NO ₃ ⁻	5.52e ⁻¹³	114.1
MO+NH ₄ ⁺	PT (kg/ha)		0.9063	0.8985	MO***NH ₄ ⁺	4.592e ⁻¹³	116.0
K ₂ O+NO ₃ ⁻	PT (kg/ha)		0.7437	0.7223	K ₂ O***NO ₃ ⁻ **	8.039e ⁻⁰⁸	34.82
K ₂ O+NH ₄ ⁺	PT (kg/ha)		0.8084	0.7924	K ₂ O***NH ₄ ⁺ ***	2.454e ⁻⁰⁹	50.62
NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻	PT (kg/ha)		0.7337	0.7115	NH ₄ ⁺ ***NO ₃ ⁻ *	1.272e ⁻⁰⁷	33.06
Zn+P ₂ O ₅	PT (kg/ha)		0.709	0.6847	Zn***P ₂ O ₅ ***	3.694e ⁻⁰⁷	29.23
Zn+K ₂ O	PT (kg/ha)		0.6108	0.5784	Zn*K ₂ O***	1.208e ⁻⁰⁵	18.83
Zn+NH ₄ ⁺	PT (kg/ha)		0.7312	0.7088	NH ₄ ⁺ ***	1.424e ⁻⁰⁷	32.67
Zn+MO	PT (kg/ha)		0.9142	0.907	MO***	1.593e ⁻¹³	127.9
Zn+NO ₃ ⁻	PT (kg/ha)		0.8492	0.8366	Zn***NO ₃ ⁻ ***	1.386e ⁻¹⁰	67.56
P ₂ O ₅ +Cu	PT (kg/ha)		0.5556	0.5185	Cu**P ₂ O ₅ ***	5.936e ⁻⁰⁵	15.0
K ₂ O+Cu	PT (kg/ha)		0.6892	0.6633	Cu*K ₂ O***	8.122e ⁻⁰⁷	26.61
Cu+NH ₄ ⁺	PT (kg/ha)		0.7323	0.71	NH ₄ ⁺ ***	1.354e ⁻⁰⁷	32.83
Cu+NO ₃ ⁻	PT (kg/ha)		0.3971	0.3447	NO ₃ ⁻ **	0.002398	7.839
Zn+Cu	PT (kg/ha)		0.3571	0.3035	Zn*Cu**	0.004985	6.666
Cu+MO	PT (kg/ha)		0.9083	0.9007	MO***	3.529e ⁻¹³	118.9
MO	PT (kg/ha)	0.9496254	0.9018	0.8979	***	4.182e ⁻¹⁴	229.6
P ₂ O ₅	PT (kg/ha)	0.6371782	0.406	0.3822	***	0.0003512	17.09
K ₂ O	PT (kg/ha)	0.7792291	0.6072	0.5915	***	1.676e ⁻⁰⁶	38.65
NH ₄ ⁺	PT (kg/ha)	0.8396233	0.705	0.6932	***	4.379e ⁻⁰⁸	59.74
NO ₃ ⁻	PT (kg/ha)	0.5739522	0.3294	0.3026	**	0.001746	12.28
Cu	PT (kg/ha)	0.348342	0.1213	0.0862		0.07497	3.452
Zn	PT (kg/ha)	0.4725745	0.2233	0.01923		0.0128	7.189
PT: Peso total de raízes (kg/ha)							

Tabela 4 Produção Comercial (kg/ha) e variáveis do solo

Matiz inicial (PC~pH.H2O+pH.KCl+Ce+MO+P2O5+K2O+NH4 ⁺ +NO3 ⁻ +Fe+Cu+Zn+Mn.data=solo1)								
Matiz reduzido 1 (PC~MO+P2O5+K2O+NH4 ⁺ +NO3 ⁻ .data=solo1)								
	V1	V2	Correlação	r ²	r ² Aj.	Sig. V	p-V	F
	Matriz. In	PC(kg/ha)		0.9775	0.9585	Cu**Zn***NO3 ⁻ **P2O5**	2.082e ⁻⁰⁹	50.73
	Matriz. Red.	PC(kg/ha)		0.969	0.9576	Cu*Zn***NO3 ⁻ **P2O5**	5.5339e ⁻¹³	84.8
	(-P2O5)	PC(kg/ha)		0.9529	0.9387	Zn**NO3 ⁻ **MO*	3.263e ⁻¹²	67.41
	(-K2O)	PC(kg/ha)		0.969	0.9597	Cu*Zn***NO3 ⁻ **P2O5***	5.134e ⁻¹⁴	104.1
	(-MO)	PC(kg/ha)		0.9673	0.9575	Cu***Zn***NO3 ⁻ **P2O5***	8.743e ⁻¹⁴	98.54
	(-NO3 ⁻)	PC(kg/ha)		0.9476	0.9318	Cu**P2O5*	9.422e ⁻¹²	60.23
	(-NH4 ⁺)	PC(kg/ha)		0.9686	0.9592	Cu*Zn***NO3 ⁻ **P2O5**	5.808e ⁻¹⁴	102.8
	(- Cu)	PC(kg/ha)		0.9565	0.9435	Zn***NO3 ⁻ *MO***	1.468e ⁻¹²	73.34
	(- Zn)	PC(kg/ha)		0.9202	0.8962	MO**	5.975e ⁻¹⁰	38.42
	MO+P2O5	PC(kg/ha)		0.8977	0.8891	MO***	1.321e ⁻¹²	105.2
	P2O5+K2O	PC(kg/ha)		0.6967	0.6714	K2O***	6.072e ⁻⁰⁷	27.56
	P2O5+NO3 ⁻	PC(kg/ha)		0.4275	0.3798	P2O5*	0.001238	8.962
	P2O5+NH4 ⁺	PC(kg/ha)		0.7329	0.7107	P2O5*NH4 ⁺ ****	1.316e ⁻⁰⁷	32.93
	MO+K2O	PC(kg/ha)		0.9153	0.9082	MO***K2O*	1.368e ⁻¹³	129.6
	MO+NO3 ⁻	PC(kg/ha)		0.8941	0.8853	MO***	1.982e ⁻¹²	101.3
	MO+NH4 ⁺	PC(kg/ha)		0.895	0.8862	MO***	1.801e ⁻¹²	102.3
	K2O+NO3 ⁻	PC(kg/ha)		0.7658	0.7463	K2O***NO3 ⁻ **	2.727e ⁻⁰⁸	39.23
	K2O+NH4 ⁺	PC(kg/ha)		0.8189	0.8038	K2O***NH4 ⁺ ****	1.243e ⁻⁰⁹	54.27
	NH4 ⁺ +NO3 ⁻	PC(kg/ha)		0.6828	0.6563	NH4 ⁺ ****	1.039e ⁻⁰⁶	25.83
	Zn+P2O5	PC(kg/ha)		0.7609	0.741	Zn***P2O5***	3.484e ⁻⁰⁸	38.2
	Zn+K2O	PC(kg/ha)		0.675	0.648	K2O***	1.387e ⁻⁰⁶	24.93
	Zn+NH4 ⁺	PC(kg/ha)		0.7085	0.6842	NH4 ⁺ ****	3.761e ⁻⁰⁷	29.17
	Zn+MO	PC(kg/ha)		0.916	0.909	Zn*MO***	1.236e ⁻¹³	130.8
	Zn+NO3 ⁻	PC(kg/ha)		0.823	0.8082	Zn***NO3 ⁻ ****	9.464e ⁻¹⁰	55.79
	P2O5+Cu	PC(kg/ha)		0.5494	0.5118	Cu*P2O5***	7.015e ⁻⁰⁵	14.63
	K2O+Cu	PC(kg/ha)		0.735	0.7129	CU*K2O***	1.2e ⁻⁰⁷	33.28
	Cu+NH4 ⁺	PC(kg/ha)		0.6862	0.66	K2O***	9.125e ⁻⁰⁷	26.24
	Cu+NO3 ⁻	PC(kg/ha)		0.3344	0.2789	NO3 ⁻ **	0.007565	6.028
	Zn+Cu	PC(kg/ha)		0.3679	0.3172	Zn*Cu**	0.00393	7.039
	Cu+MO	PC(kg/ha)		0.9061	0.8983	MO***	4.672e ⁻¹³	115.9
	MO	PC(kg/ha)	0.945583	0.8941	0.8899	***	1.074e ⁻¹³	211.1
	P2O5	PC(kg/ha)	0.6480451	0.42	0.3968	***	0.0002571	18.1
	K2O	PC(kg/ha)	0.8183644	0.6697	0.6565	***	1.837e ⁻⁰⁷	50.69
	NH4 ⁺	PC(kg/ha)	0.8160274	0.6659	0.6525	***	2.126e ⁻⁰⁷	49.83
	NO3 ⁻	PC(kg/ha)	0.5278546	0.2786	0.2498	**	0.004657	9.656
	Cu	PC(kg/ha)	0.3206893	0.1028	0.06696		0.1029	2.866
	Zn	PC(kg/ha)	0.5045992	0.2546	0.2248	Zn**	0.007271	8.54
	PC: Peso de raízes comerciais (kg/ha)							

II.2 - Regressão Linear Múltipla (Mazozo)

Tabela 1 Número de Raízes Comerciais e variáveis do solo

Matiz inicial (RC~pH.H2O+pH.Kcl+Ce+MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Fe+Cu+Zin+Mn.data=solo2)							
Matiz reduzido 1 (RC~MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ .data=solo2)							
V1	V2	Correlação	R ²	Raj.	Sig. V	p-V	F
Matriz. In	RC(Nº/ha)		0.8992	0.8127	NH ₄ ⁺ *	5.298e ⁻⁰⁵	10.4
Matriz. Red.	RC(Nº/ha)		0.8507	0.8152	NH ₄ ⁺ ***	5151e ⁻⁰⁸	23.94
(-P ₂ O ₅)	RC(Nº/ha)		0.8499	0.8226	NH ₄ ⁺ ***NO ₃ ⁻ *	9.005e ⁻⁰⁹	31.15
(-K ₂ O)	RC(Nº/ha)		0.8354	0.8055	NH ₄ ⁺ ***NO ₃ ⁻ *	2.450e ⁻⁰⁸	27.91
(-MO)	RC(Nº/ha)		0.8231	0.7909	NH ₄ ⁺ *NO ₃ ⁻ **	5.351e ⁻⁰⁸	25.58
(-NO ₃ ⁻)	RC(Nº/ha)		0.8432	0.8147	NH ₄ ⁺ *MO**K ₂ O*	1.449e ⁻⁰⁸	29.57
(-NH ₄ ⁺)	RC(Nº/ha)		0.7745	0.7335		7.307e ⁻⁰⁷	18.8
MO+P ₂ O ₅	RC(Nº/ha)		0.7377	0.7158	MO***P ₂ O ₅ ***	1.061e ⁻⁰⁷	33.75
P ₂ O ₅ +K ₂ O	RC(Nº/ha)		0.7237	0.7007	P ₂ O ₅ ***K ₂ O***	1.981e ⁻⁰⁷	31.43
P ₂ O ₅ +NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)		0.765	0.7454	P ₂ O ₅ *NO ₃ ⁻ ***	2.837e ⁻⁰⁸	39.06
P ₂ O ₅ +NH ₄ ⁺	RC(Nº/ha)		0.4651	0.4205	P ₂ O ₅ ***NH ₄ ⁺ *	0.0005492	10.43
MO+K ₂ O	RC(Nº/ha)		0.2001	0.1335		0.0686	3.0
MO+NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)		0.7343	0.7122	NO ₃ ⁻ ***	1.237e ⁻⁰⁷	33.17
MO+NH ₄ ⁺	RC(Nº/ha)		0.7378	0.7159	MO***NH ₄ ⁺ ***	1.056e ⁻⁰⁷	33.76
K ₂ O+NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)		0.729	0.7064	NO ₃ ⁻ ***	1.569e ⁻⁰⁷	32.28
K ₂ O+NH ₄ ⁺	RC(Nº/ha)		0.6742	0.6471	K ₂ O***NH ₄ ⁺ ***	1.428e ⁻⁰⁶	24.84
NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)		0.8026	0.7861	NH ₄ ⁺ ***O ₃ ⁻ ***	3.507e ⁰⁹	48.78
MO	RC(Nº/ha)	0.4101	0.1681	0.1348	MO*	0.03366	5.052
P ₂ O ₅	RC(Nº/ha)	0.544683	0.2967	0.2685	P ₂ O ₅ **	0.003308	10.55
K ₂ O	RC(Nº/ha)	0.444687	0.1977	0.1657	K ₂ O*	0.02012	6.162
NH ₄ ⁺	RC(Nº/ha)	-0.1808153	0.03269	0.005998		0.3608	0.845
NO ₃ ⁻	RC(Nº/ha)	0.8301133	0.6891	0.6767	NO ₃ ⁻ ***	8.52e ⁻⁰⁸	55.41
RC: Número de raízes comerciais							

Tabela 2 Produção Total (kg/ha) e variáveis do solo

Matiz inicial (PT~pH.H ₂ O+pH.Kcl+Ce+MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Fe+Cu+Zn+Mn.data=solo2)							
Matiz reduzido 1 (PT~MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Zn+Cu.data=solo2)							
V1	V2	Correlação	R ²	Raj.	Sig. V	p-V	F
Matriz. In	PT(kg/ha)		0.9696	0.9436	NO ₃ ⁻ *P ₂ O ₅ **	1.646e ⁻⁰⁸	37.26
Matriz. Red.	PT(kg/ha)		0.9481	0.929	P ₂ O ₅ *K ₂ O*	6.962e ⁻¹¹	49.63
(-P ₂ O ₅)	PT(kg/ha)		0.8861	0.8519		1.951e ⁻⁰⁸	25.93
(-K ₂ O)	PT(kg/ha)		0.948	0.9324		8.65e ⁻¹²	60.77
(-MO)	PT(kg/ha)		0.9411	0.9235		2.949e ⁻¹¹	53.3
(-NO ₃ ⁻)	PT(kg/ha)		0.9359	0.9167		6.866e ⁻¹¹	48.66
(-NH ₄ ⁺)	PT(kg/ha)		0.914	0.8881		1.248e ⁻⁹	35.4
(-Zn)	PT(kg/ha)		0.9117	0.8852		1.609e ⁻⁰⁹	34.42
(-Cu)	PT(kg/ha)		0.9199	0.8959		6.133e ⁻¹⁰	38.31
MO+P ₂ O ₅	PT(kg/ha)		0.7644	0.7447		2.93e ⁻⁰⁸	38.93
P ₂ O ₅ +K ₂ O	PT(kg/ha)		0.8707	0.8599		2.188e ⁻¹¹	80.79
P ₂ O ₅ +NO ₃ ⁻	PT(kg/ha)		0.8527	0.8404		1.046e ⁻¹⁰	69.45
MO+K ₂ O	PT(kg/ha)		0.5213	0.4814		0.0001448	13.07
MO+NO ₃ ⁻	PT(kg/ha)		0.8526	0.8403		1.056e ⁻¹⁰	69.39
MO+NH ₄ ⁺	PT(kg/ha)		0.5569	0.52		5727e ⁻⁵	15.08
K ₂ O+NO ₃ ⁻	PT(kg/ha)		0.8623	0.8509		4.637e ⁻¹¹	75.16
K ₂ O+NH ₄ ⁺	PT(kg/ha)		0.6921	0.6665		7.256e ⁻⁰⁷	26.98
NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻	PT(kg/ha)		0.8545	0.8424		8.985e ⁻¹¹	70.49
MO+Zn	PT(kg/ha)		0.4813	0.438		0.0003796	11.13
Zn+P ₂ O ₅	PT(kg/ha)		0.2506	0.1881		0.03139	4,012
Zn+K ₂ O	PT(kg/ha)		0.7028	0.678		4.75e ⁻⁰⁷	28.38
Zn+NH ₄ ⁺	PT(kg/ha)		0.3322	0.2766		0.007863	5.97
Zn+NO ₃ ⁻	PT(kg/ha)		0.8646	0.8533		3.789e ⁻¹¹	76.64
P ₂ O ₅ +Cu	PT(kg/ha)		-0.2777	0.2175		0.02917	4,614
K ₂ O+Cu	PT(kg/ha)		0.5852	0.5506		2.597e ⁻⁰⁵	16.93
Cu+NH ₄ ⁺	PT(kg/ha)		0.249	0.1865		0.03216	3.98
Cu+NO ₃ ⁻	PT(kg/ha)		0.8525	0.8403		1.056e ⁻¹⁰	69.38
Zn+Cu	PT(kg/ha)		0.2721	0.2115		0.02211	4,486
Cu+MO	PT(kg/ha)		0.4249	0.3769		0.00131	8,864
MO	PT(kg/ha)	0.6526075	0.4259	0.4029		0.0002248	18.55
P ₂ O ₅	PT(kg/ha)	-0.3058924	0.09357	0.05731		0.1207	2,581
K ₂ O	PT(kg/ha)	0.7385877	0.5455	0.5273		1.088e ⁻⁰⁵	30.01
NH ₄ ⁺	PT(kg/ha)	0.231841	0.05375	0.0159		0.2446	1.42
NO ₃ ⁻	PT(kg/ha)	0.9244914	0.8547	0.8489		5.74e ⁻¹²	147
Cu	PT(kg/ha)	0.4797893	0.2302	0.1994		0.01132	7,476
Zn	PT(kg/ha)	0.5008607	0.2509	0.2209		0.007789	8,372
PT: Peso total de raízes (kg/ha)							

Tabela 3 Produção Comercial (kg/ha) e variáveis do solo

Matiz inicial (PC~pH.H ₂ O+pH.Kcl+Ce+MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Fe+Cu+Zn+Mn.data=solo2)							
Matiz reduzido 1 (PC~MO+P ₂ O ₅ +K ₂ O+NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻ +Cu+Zn.data=solo2)							
V1	V2	Correlação	R ²	Raj.	Sig. V	p-V	F
Matriz. In	PC(kg/ha)		0.9726	0.9491	P ₂ O ₅ **NO ₃ ⁻ *Zn**	8.18e ⁻⁰⁹	41.38
Matriz. Red.	PC(kg/ha)		0.9489	0.9301	P ₂ O ₅ *NO ₃ ⁻ *	6.07e ⁻¹¹	50.4
(-P ₂ O ₅)	PC(kg/ha)		0.8856	0.8513	NO ₃ ⁻ ***	2.035e ⁻⁰⁸	25.8
(-K ₂ O)	PC(kg/ha)		0.9484	0.933	P ₂ O ₅ ***NH ₄ ⁺ ***Zn***Cu**	7.947e ⁻¹²	61.33
(-MO)	PC(kg/ha)		0.9446	0.928	P ₂ O ₅ ***NH ₄ ⁺ ***Zn***Cu**NO ₃ ⁻	1.627e ⁻¹¹	56.81
(-NO ₃ ⁻)	PC(kg/ha)		0.932	0.9116	MO*P ₂ O ₅ ***NH ₄ ⁺ ***Zn***Cu**	1.229e ⁻¹⁰	45.68
(-NH ₄ ⁺)	PC(kg/ha)		0.908	0.8806	P ₂ O ₅ *	2.377e ⁻⁰⁹	32.95
(-Zn)	PC(kg/ha)		0.9193	0.8951	P ₂ O ₅ **	6.607e ⁻¹⁰	37.99
(-Cu)	PC(kg/ha)		0.91	0.883	P ₂ O ₅ *K ₂ O*	1.938e ⁻⁰⁹	33.71
MO+P ₂ O ₅	PC(kg/ha)		0.7644	0.7447	MO***P ₂ O ₅ ***	2.93e ⁻⁰⁸	38.93
P ₂ O ₅ +K ₂ O	PC(kg/ha)		0.8707	0.8599	P ₂ O ₅ ***K ₂ O***	2.188e ⁻¹¹	80.79
P ₂ O ₅ +NO ₃ ⁻	PC(kg/ha)		0.8527	0.8404	NO ₃ ⁻ ***	1.046e ⁻¹⁰	69.45
P ₂ O ₅ +NH ₄ ⁺	PC(kg/ha)		0.7045	0.6799	P ₂ O ₅ ***NH ₄ ⁺ ***	4.426e ⁻⁰⁷	28.61
MO+K ₂ O	PC(kg/ha)		0.5213	0.4814	K ₂ O*	0.0001448	13.07
MO+NO ₃ ⁻	PC(kg/ha)		0.8526	0.8403	NO ₃ ⁻ ***	1.056e ⁻¹⁰	69.39
MO+NH ₄ ⁺	PC(kg/ha)		0.5569	0.52	NH ₄ ⁺ ***MO***	5.727e ⁻⁰⁵	15.08
K ₂ O+NO ₃ ⁻	PC(kg/ha)		0.8623	0.8509	NH ₄ ⁺ ***	4.637e ⁻¹¹	75.16
K ₂ O+NH ₄ ⁺	PC(kg/ha)		0.6921	0.6665	NH ₄ ⁺ ***K ₂ O***	7.256e ⁻⁰⁷	26.98
Zn+P ₂ O ₅	PC(kg/ha)		0.2506	0.1881		0.03139	4.012
Zn+K ₂ O	PC(kg/ha)		0.7028	0.678		4.75e ⁻⁰⁷	28.38
Zn+NH ₄ ⁺	PC(kg/ha)		0.332	0.2766		0.007863	5.97
Zn+NO ₃ ⁻	PC(kg/ha)		0.8646	0.8533		3.789e ⁻¹¹	76.64
P ₂ O ₅ +Cu	PC(kg/ha)		0.2777	0.2175		0.02017	4.614
K ₂ O+Cu	PC(kg/ha)		0.5852	0.5506		2.597e ⁻⁰⁵	16.93
Cu+NH ₄ ⁺	PC(kg/ha)		0.249	0.1865		0.03216	3.98
Cu+NO ₃ ⁻	PC(kg/ha)		0.8525	0.8403		1.056e ⁻¹⁰	69.38
Zn+Cu	PC(kg/ha)		0.2721	0.2115		0.02211	4.486
NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻	PC(kg/ha)		0.8545	0.8424		8.985e ⁻¹¹	70.49
Cu+MO	PC(kg/ha)		0.4249	0.3769		0.00131	0.864
MO	PC(kg/ha)	0.6265689	0.3926	0.3683	MO***	0.000471	16.16
P ₂ O ₅	PC(kg/ha)	-0.328191	0.1081	0.072245		0.094	3.031
K ₂ O	PC(kg/ha)	0.7220176	0.5213	0.5022	K ₂ O***	2.123e ⁻⁰⁵	27.23
NH ₄ ⁺	PC(kg/ha)	0.2111363	0.04458	0.006362		0.2904	1.166
NO ₃ ⁻	PC(kg/ha)	0.9233324	0.8525	0.8466	NO ₃ ⁻ ***	6.9e ⁻¹²	144.15
Cu	PC(kg/ha)	0.4632083	0.2146	0.1831		0.01496	6.829
Zn	PC(kg/ha)	0.497069	0.2471	0.217		0.008346	8.204
PC: Peso de raízes comerciais (kg/ha)							

Anexo III ANOVAs

Anexo III. a1 – Componentes do solo em Cacuso

pH					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.03450	0.017248	3.016	0.0742 .
Ano	2	0.00747	0.003737	0.653	0.5321
Tratamento:Ano	4	0.07919	0.019798	3.462	0.0289 *
Resíduos	18	0.10293	0.005719		
pH					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.01070	0.005348	0.390	0.683
Ano	2	0.00556	0.002781	0.203	0.818
Tratamento:Ano	4	0.09368	0.023420	1.708	0.192
Resíduos	18	0.24680	0.013711		
Ce					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	60.29	30.146	126.083	2.59e ⁻¹¹ ***
Ano	2	3.30	1.651	6.907	0.00594 **
Tratamento:Ano	4	1.77	0.443	1.855	0.16240
Resíduos	18	4.30	0.239		
MO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.7823	0.3911	342.880	4.68e ⁻¹⁵ ***
Ano	2	0.0078	0.0039	3.412	0.0554
Tratamento:Ano	4	0.1400	0.0350	30.690	8.08e ⁻⁰⁸ ***
Resíduos	18	0.0205	0.0011		
P ₂ O ₅					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	4.982	2.4908	761.640	< 2e ⁻¹⁶ ***
Ano	2	4.858	2.4291	742.773	< 2e ⁻¹⁶ ***
Tratamento:Ano	4	0.114	0.0284	8.681	0.000437 ***
Resíduos	18	0.059	0.0033		
K ₂ O					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	3208	1603.8	109.720	8.27e ⁻¹¹ ***
Ano	2	6	3.0	0.203	0.818
Tratamento:Ano	4	83	20.8	1.423	0.267
Resíduos	18	263	14.6		
NH ₄ ⁺					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	7.267	3.634	656.67	< 2e ⁻¹⁶ ***
Ano	2	0.077	0.038	6.92	0.0059 **
Tratamento:Ano	4	0.338	0.084	15.27	1.3e ⁻⁰⁵ ***
Resíduos	18	0.100	0.006		
NO ₃ ⁻					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.2483	0.1242	21.63	1.63e ⁻⁰⁵ ***
Ano	2	0.6689	0.3344	58.26	1.38e ⁻⁰⁸ ***
Tratamento:Ano	4	0.4607	0.1152	20.06	1.94e ⁻⁰⁶ ***
Resíduos	18	0.1033	0.0057		
Fe					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	664.56	32.28	35.617	5.53e ⁻⁰⁷ ***
Ano	2	2.53	1.27	1.396	0.173
Tratamento:Ano	4	71.19	17.80	19.638	2.26e ⁻⁰⁶ ***
Resíduos	18	16.31	0.91		
Cu					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.217	0.1087	39.57	2.58e ⁻⁰⁷ ***
Ano	2	2.882	1.4411	524.41	< 2e ⁻¹⁶ ***
Tratamento:Ano	4	3.811	0.9528	346.69	< 2e ⁻¹⁶ ***
Resíduos	18	0.049	0.0027		
Zn					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.3300	0.1650	49.608	4.75e ⁻⁰⁸ ***
Ano	2	0.6475	0.3237	97.341	2.23e ⁻¹⁰ ***
Tratamento:Ano	4	0.0518	0.0129	3.893	0.0189 *
Resíduos	18	0.0599	0.0033		
Mn					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	650.8	325.4	64.576	6.13e ⁻⁰⁹ ***
Ano	2	66.2	33.1	6.573	0.00719 **
Tratamento:Ano	4	93.5	23.4	4.640	0.00947 **
Resíduos	18	90.7	5.0		

Anexo III. a2- ANOVAs das Componentes do solo (Mazozo)

pH em H ₂ O					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.05539	0.02760	2.458	0.1138
Ano	2	0.13525	0.06763	6.002	0.0101*
Tratamento:Ano	4	0.07661	0.01915	1.700	0.1938
Resíduos	18	0.20280	0.01127		
pH em KCl					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.1933	0.09663	2.340	0.125
Ano	2	0.0939	0.04694	1.137	0.343
Tratamento:Ano	4	0.2930	0.07324	1.774	0.178
Resíduos	18	0.7433	0.04130		
Ce					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	2222.95	111.47	650.26	<2e ⁻¹⁶ ***
Ano	2	8.47	4.23	24.69	
Tratamento:Ano	4	11.93	2.98	17.40	
Resíduos	18	3.09	0.17		
MO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.11642	0.05821	357.20	3.27e ⁻¹⁵ ***
Ano	2	0.00509	0.00254	15.61	0.000117 ***
Tratamento:Ano	4	0.01662	0.00416	0.00416	3.33e ⁻⁰⁷ ***
Resíduos	18	0.00293	0.00016		
P ₂ O ₅					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	828.0	414.0	4891.5	1891.5 < 2e ⁻¹⁶ ***
Ano	2	41.6	20.8	246.0	8.50e ⁻⁴ ***
Tratamento:Ano	4	55.1	13.8	162.7	7.23e ⁻¹⁴ ***
Resíduos	18	1.5	0.1		
K ₂ O					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	2529.6	1264.8	351.516	3.77e ⁻¹⁵ ***
Ano	2	305.5	152.7	42.448	1.53e ⁻⁰⁷ ***
Tratamento:Ano	4	54.4	13.2	3.778	0.0212 *
Resíduos	18	64.8	3.6		
NH ₄ ⁺					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	11.152	5.576	220.19	2.22e ⁻¹³ ***
Ano	2	3.207	1.603	63.32	7.16e ⁻⁰⁹ ***
Tratamento:Ano	4	2.043	0.511	20.17	1.87e ⁻⁰⁷ ***
Resíduos	18	0.456	0.025		
NO ₃ ⁻					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	2.7291	1.3646	765.969	< 2e ⁻¹⁶ ***
Ano	2	0.0959	0.0479	26.909	3.9e ⁻⁰⁶ ***
Tratamento:Ano	4	0.0700	0.0175	9.825	0.000214 ***
Resíduos	18	0.0321	0.0018		
Fe					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	5.681	2.8407	17.742	5.54e ⁻⁰⁵ ***
Ano	2	2.914	1.4568	9.098	0.00186 **
Tratamento:Ano	4	9.249	2.3123	14.442	1.89e ⁻⁰⁵ ***
Resíduos	18	2.882	0.1601		
Cu					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	1.2416	0.6208	241.86	9.85e ⁻¹⁴ ***
Ano	2	1.3371	0.6686	260.48	5.17e ⁻¹⁴ ***
Tratamento:Ano	4	0.2616	0.0654	25.48	3.34e ⁻⁰⁷ ***
Resíduos	18	0.0462	0.0026		
Zn					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	1.1713	0.5857	650.7	< 2e ⁻¹⁶ ***
Ano	2	0.3236	0.1618	179.8	1.27e ⁻¹² ***
Tratamento:Ano	4	0.4109	0.1027	114.1	1.57e ⁻¹² ***
Resíduos	18	0.0162	0.0009		
Mn					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	176.54	88.27	414.13	8.91e ⁻¹⁶ ***
Ano	2	9.22	4.61	21.62	1.64e ⁻⁰⁵ ***
Tratamento:Ano	4	19.74	4.93	23.15	6.84e ⁻⁰⁷ ***
Resíduos	18	3.84	0.21		

Anexo III.b1- ANOVAs Componentes de Produção da mandioca (Cacuso)

ANOVA- Produção de biomassa de mandioca					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	127617204	63 808602	130.434	1.94e ^{-11***}
Ano	2	4266274	2 133137	4.360	0.0286*
Tratamento:Ano	4	4234906	1058726	2.164	0.1145
Resíduos	18	8805643	489202		
ANOVA- Número de Raízes/ha					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	355457	177 729	1.798	0.1941
Ano	2	336232	168 116	1.701	0.2105
Tratamento:Ano	4	915986	228996	2.317	0.0966
Resíduos	18	1778974	98832		
ANOVA- Número de Raízes Comerciais/ha					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	12325975	6 162988	47.669	6.43e ^{-08***}
Ano	2	954988	477 494	3.693	0.0453*
Tratamento:Ano	4	699711	174928	1.353	0.2891
Resíduos	18	2327180	129288		
ANOVA- Número de Raízes Não Comerciais/ha					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	8675579	4 337789	23.004	1.1e ^{-05***}
Ano	2	163290	81 645	0.433	0.655
Tratamento:Ano	4	1112005	278001	1.474	0.251
Resíduos	18	3394241	188569		
ANOVA- Peso de Raízes (kg/ha)					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	143490309	71 745154	321.425	8.25e ^{-15***}
Ano	2	6951838	34 75919	15.572	0.000119***
Tratamento:Ano	4	7362519	1840630	8.246	0,000581***
Resíduos	18	4017774	223210		
ANOVA- Peso de Raízes Comerciais (kg/ha)					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	152312488	76 156244	315.878	9.6e ^{-15***}
Ano	2	9670936	4 835468	20.056	2.62e ⁻⁰⁵
Tratamento:Ano	4	8329291	2082323	8.637	0.000449
Resíduos	18	4339686	241094		
ANOVA- Peso de Raízes Não Comerciais (kg/ha)					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	213207	106 604	2.955	0.0777.
Ano	2	321119	160 559	4.450	0.0269*
Tratamento:Ano	4	132378	33094	0.917	0.4753
Resíduos	18	649412	36078		

Anexo III. b2 ANOVAs da Produção da mandioca (Mazozo)

ANOVA- Produção de biomassa de mandioca					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	45367236	22 683618	144.129	8.129e ^{-12***}
Ano	2	1289331	644 666	4.096	0.0342 *
Tratamento:Ano	4	1542252	385563	2.450	0.0835
Resíduos	18	2832914	157384		
ANOVA-Número de Raízes/há					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	19342291	9 671145	54.300	2.37e ^{-08***}
Ano	2	3504201	1 752100	9.837	0.0013**
Tratamento:Ano	4	3259455	814864	4.575	0.0100*
Resíduos	18	3205878	178104		
ANOVA- Número de Raízes Comerciais/há					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	20947707	10 473853	29.084	2.3e ^{-06***}
Ano	2	1193315	596 657	1.657	0.2185
Tratamento:Ano	4	3307441	826860	2.296	0.0989
Resíduos	18	6482233	360124		
ANOVA- Número de Raízes Não Comerciais/há					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	1065586	532 793	1.628	0.224
Ano	2	865586	4 327793	1.323	0.291
Tratamento:Ano	4	1167677	291919	0.892	0.489
Resíduos	18	5890268	327237		
ANOVA-Peso de Raízes (kg/ha)					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	79136012	39 568006	301.647	1.44e ^{-14***}
Ano	2	100880	50 440	0.385	0.686
Tratamento:Ano	4	12267154	3066789	23.389	6.36e ^{-07***}
Resíduos	18	2361114	131173		
ANOVA- Peso de Raízes Comerciais (kg/ha)					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	93883225	46 941612	317.140	9.28e ^{-15***}
Ano	2	218213	109 106	0.737	0.492
Tratamento:Ano	4	10118115	2529529	17.090	6.03e ^{-06***}
Resíduos	18	2664278	148015		
ANOVA-Peso de Raízes Não Comerciais (kg/ha)					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	993706	496 853	18.277	4.64e ^{-05***}
Ano	2	55177	27 589	1.015	0.382
Tratamento:Ano	4	199007	49752	1.830	0.167
Resíduos	18	489333			

Anexo III. c1 ANOVAs Componentes da mandioca (Cacuso)

Humidade na Mandioca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	0.21	0.106	0.559	0.582
Ano	2	47.16	23.579	124.681	2.84e ^{-11***}
Tratamento	4	1.46	0.364	1.926	0.150
Resíduos	18	3.40	0.189		
Matéria Seca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	5.411	2.705	5.819	0.0112*
Ano	2	26.195	13.098	28.170	2.86e ^{-06***}
Tratamento	4	5.889	1.472	3.167	0.0390
Resíduos	18	8.369	0.465		
Matéria Fresca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	16.15	8.073	2.520	0.108
Ano	2	16.70	8.349	2.606	0.101
Tratamento	4	14.40	3.601	1.124	0.376
Resíduos	18	57.68	3.204		
PROTEÍNA BRUTA					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	0.4553	0.2277	10.25	0.00107**
Ano	2	2.7668	1.3834	62.27	8.16e ^{-09***}
Tratamento	4	0.9910	0.2477	11.15	9.94e ^{-05***}
Resíduos	18	0.3999	0.0222		
GORDURA RUTA					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	0.04191	0.020956	25.603	5.45e ^{-06***}
Ano	2	0.00159	0.000793	0.969	0.398
Tratamento	4	0.00374	0.000935	1.142	0.369
Resíduos	18	0.01473	0.00818		
FIBRA BRUTA					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	2.882	1.4412	11.039	0.000744***
Ano	2	1.415	0.7078	5.421	0.014359*
Tratamento	4	1.940	0.4849	3.714	0.022529*
Resíduos	18	2.350	0.1306		
CORBOIDRATOS					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	6.32	3.16	1.049	0.370743
Ano	2	72.44	36.22	12.032	0.000481***
Tratamento	4	31.85	7.96	2.645	0.067559
Resíduos	18	54.19	3.01		
CINZA					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	1.3435	0.6717	13.717	0.00024***
Ano	2	0.4198	0.2099	4.286	0.03004*
Tratamento	4	0.3413	0.0853	1.743	0.18461
Resíduos	18	0.8815	0.0490		
AMIDO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	758.7	379.3	667.061	<2e ^{-16***}
Ano	2	0.1	0.1	0.120	0.887
Tratamento	4	0.8	0.2	0.335	0.851
Resíduos	18	10.2	0.6		
FÓSFORO na Matéria Seca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamento	2	0.02430	0.012151	1.545	0.240
Ano	2	0.03299	0.016493	2.097	0.152
Tratamento	4	0.02340	0.005851	0.744	0.574
Resíduos	18	0.14156	0.007864		

Anexo III. c1 ANOVAs das Componentes da mandioca (Cacuso), continuação

POTÁSSIO na matéria Seca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.0558	0.0279	0.909	0.420677
Ano	2	0.7289	0.3645	11.868	0.000516***
Tratamento:Ano	4	0.0956	0.0239	0.778	0.553705
Resíduos	18	0.55288	0.0307		
AZOTO na Matéria seca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.01957	0.00979	2.966	0.077039
Ano	2	0.08258	0.04129	12.513	0.000393***
Tratamento:Ano	4	0.00455	0.00114	0.345	0.844285
Resíduos	18	0.05940	0.00330		
AZOTO na Matéria fresca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.01864	0.00932	7.719	0.0038**
Ano	2	0.07121	0.03560	29.493	2.09e ⁻⁰⁶ ***
Tratamento:Ano	4	0.00565	0.00141	1.169	0.3573
Resíduos	18	0.02173	0.00121		
FERRO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.2733	0.1366	0.851	0.4433
Ano	2	1.3584	0.6792	4.233	0.0311*
Tratamento:Ano	4	0.9218	0.2304	1.436	0.2627
Resíduos	18	2.8883	0.1605		
CÁLCIO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.041	0.020	2.098	0.1517
Ano	2	8.879	4.440	456.162	3.8e ⁻¹⁶ ***
Tratamento:Ano	4	0.092	0.023	2.362	0.0919.
Resíduos	18	0.175	0.010		
MAGNÊSIO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	1.6226	0.8113	22.746	1.18e ⁻⁰⁵ ***
Ano	2	0.0397	0.0199	0.557	0.583
Tratamento:Ano	4	0.0255	0.0064	0.179	0.946
Resíduos	18	0.6420	0.0357		
MANGANÊS					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.01268	0.006342	0.843	0.447
Ano	2	0.01241	0.006205	0.825	0.454
Tratamento:Ano	4	0.03343	0.008357	1.111	0.382
Resíduos	18	0.13538	0.007521		
ZINCO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	1.1485	0.5742	5.131	0.0172*
Ano	2	0.2371	0.1186	1.060	0.3673
Tratamento:Ano	4	0.0825	0.0206	0.184	0.9436
Resíduos	18	2.0143	0.1119		
COBRE					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.0267	0.01336	0.714	0.50306
Ano	2	0.3268	0.16338	0.729	0.00224**
Tratamento:Ano	4	0.2339	0.05847	3.124	0.04076*
Resíduos	18	0.3369	0.01872		
SÓDIO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.00394	0.001969	7.311	0.00474**
Ano	2	0.05230	0.026152	97.100	2.27e ⁻¹⁰ ***
Tratamento:Ano	4	0.00770	0.001924	7.144	0.00125
Resíduos	18	0.00485	0.000269		

Anexo III. c2 ANOVAS Componentes da mandioca (Mazozo)

Humidade na Mandioca					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.3	0.151	1,293	0.2989
Ano	2	55	27,501	236,160	1.21e ^{-13****}
Tratamento:Ano	4	1.5	0.374	3,215	0.0371 *
Resíduos	18	2.1	0.116		
Matéria Seca					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.63	0.317	2,746	0.091
Ano	2	60.72	30,359	262,671	4.81e ^{-14****}
Tratamento:Ano	4	1.31	0.328	2,834	0.0552
Resíduos	18	2.08	0.116		
Matéria Fresca					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	5.14	2,571	27,965	3.01e ^{-06****}
Ano	2	59.88	29,939	325,675	7.35e ^{-15****}
Tratamento:Ano	4	1.43	0.357	3,881	0.0192*
Resíduos	18	1.65	0.092		
PROTEINA BRUTA					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.0492	0.02462	0.837	0.449
Ano	2	0.1005	0.05023	1.707	0.209
Tratamento:Ano	4	0.243	0.06075	2.064	0.128
Resíduos	18	0.5296	0.02942		
GORDURA RUTA					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.20039	0.10019	201.881	4.7e ^{-13****}
Ano	2	0.01354	0.00677	13.642	0.000248***
Tratamento:Ano	4	0.00886	0.00221	4.463	0.011113*
Resíduos	18	0.00893	0.00050		
FIBRA BRUTA					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	24.777	12.388	201.565	4.76e ^{-13****}
Ano	2	0.018	0.009	0.150	0.8621
Tratamento:Ano	4	0.871	0.218	3.541	0.0267*
Resíduos	18	1.106	0.061		
CORBOIDRATOS					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	18.75	9.375	3.244	0.06263
Ano	2	21.48	10.742	3.717	0.04453*
Tratamento:Ano	4	62.19	15.547	5.380	0.00498**
Resíduos	18	52.02	2.890		
CINZA					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.1456	0.07278	12.589	0.00038***
Ano	2	0.0939	0.04695	8.120	0.00307**
Tratamento:Ano	4	0.1486	0.03715	6.425	0.00215**
Resíduos	18	0.1041	0.00578		
AMIDO					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	844.8	422.4	151.963	5.34e ^{-12****}
Ano	2	3.8	1.9	0.684	0.5172
Tratamento:Ano	4	31.3	7.8	2.812	0.0565
Resíduos	18	50.0	2.8		
FÓSFORO na Matéria Seca					
	Gl	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.00095	0.00047	2.098	0.152
Ano	2	0.10765	0.05383	237.816	1.14e ^{-13****}
Tratamento:Ano	4	0.00122	0.00031	1.352	0.289
Resíduos	18	0.00407	0.00023		

Anexo III. c2 ANOVAS das Componentes da mandioca (Mazozo), continuação

POTÁSSIO na Matéria Seca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.0060	0.002998	0.135	0.875
Ano	2	0.0069	0.003449	0.155	0.858
Tratamento:Ano	4	0.0069	0.001733	0.078	0.988
Resíduos	18	0.4011	0.022282		
AZOTO Na Matéria Seca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.002091	0.001045	0.598	0.5603
Ano	2	0.016413	0.008206	4.697	0.0228*
Tratamento:Ano	4	0.003860	0.000965	0.552	0.6998
Resíduos	18	0.031446	0.001747		
AZOTO na Matéria Fresca					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.002202	0.001101	0.816	0.4579
Ano	2	0.011382	0.005691	4.217	0.0315*
Tratamento:Ano	4	0.003280	0.000820	0.608	0.6623
Resíduos	18	0.024293	0.001350		
FERRO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.5259	0.2629	7.512	0.004247**
Ano	2	0.7292	0.3646	10.416	0.000988***
Tratamento:Ano	4	0.8054	0.2013	5.752	0.003658**
Resíduos	18	0.6300	0.0350		
CÁLCIO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.070	0.035	3.524	0.0511
Ano	2	9.188	4.594	464.416	3.23e ⁻¹⁶ ***
Tratamento:Ano	4	0.154	0.038	3.881	0.0192*
Resíduos	18	0.178	0.010		
MAGNÉSIO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.000254	0.0001269	3.443	0.0542.
Ano	2	0.005359	0.0026796	72.721	2.38e ⁻⁰⁹ ***
Tratamento:Ano	4	0.000448	0.0001120	3.039	0.0445*
Resíduos	18	0.000663	0.0000368		
MANGANÊS					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	1.345	0.673	9.879	0.00127**
Ano	2	9.825	4.912	72.137	2.54e ⁻⁰⁹ ***
Tratamento:Ano	4	1.469	0.367	5.395	0.00492**
Resíduos	18	1.226	0.068		
ZINCO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	1.345	0.673	9.879	0.00127**
Ano	2	9.825	4.912	72.137	2.54e ⁻⁰⁹ ***
Tratamento:Ano	4	1.469	0.367	5.395	0.00492
Resíduos	18	1.226	0.068		
COBRE					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.2797	0.13985	2.252	0.134
Ano	2	0.4381	0.21903	3.527	0.051.
Tratamento:Ano	4	0.4491	0.11226	1.808	0.171
Resíduos	18	1.1179	0.06211		
SÓDIO					
	GI	SQD	SQD da Média	F Calculado	Pr(>F)
Tratamentos	2	0.00132	0.00066	1.647	0.220
Ano	2	0.08010	0.04005	99.734	1.82e ⁻¹⁰
Tratamento:Ano	4	0.00280	0.00070	1.745	0.184
Resíduos	18	0.00723	0.00040		

Anexo IV Estudo das Interações

Anexo IV.1 Variáveis do solo

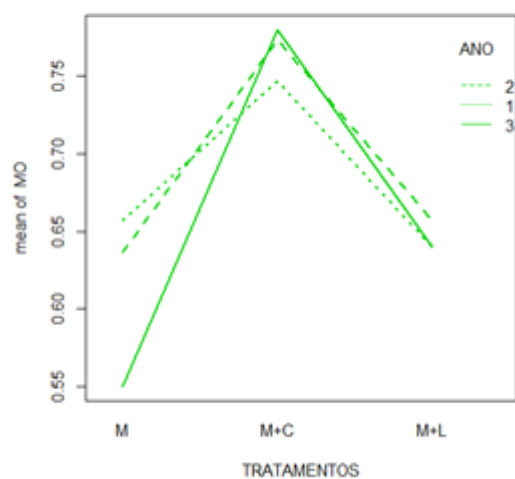


Fig. 1 Percentagem de MO em Cacuso

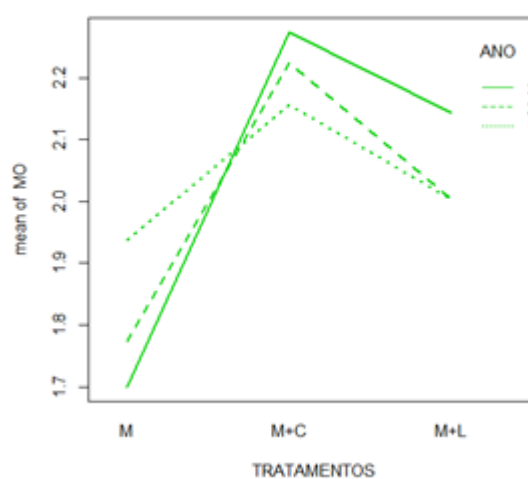


Fig. 2 Percentagem de MO no Mazozo

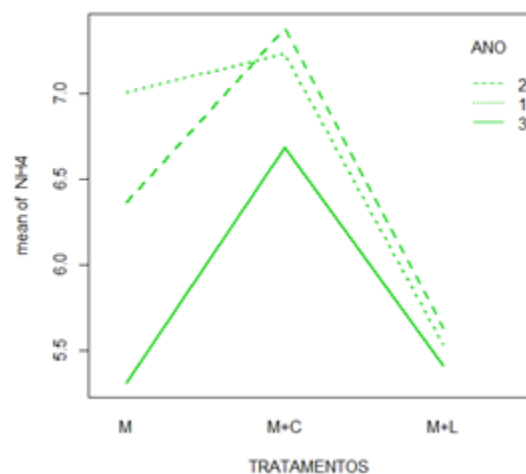


Fig. 3 Teores de NH₄⁺ em Cacuso (mg/kg)

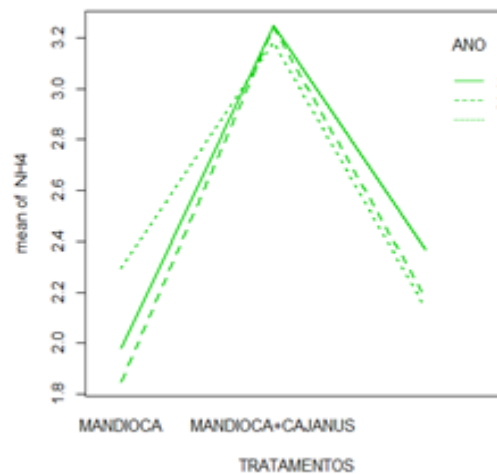


Fig. 4 Teores de NH₄⁺ no Mazozo (mg/kg)

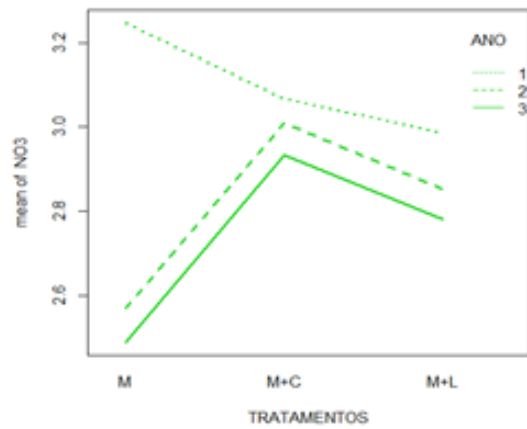


Fig. 5 Teores de NO_3^- no Mazozo (mg/kg)

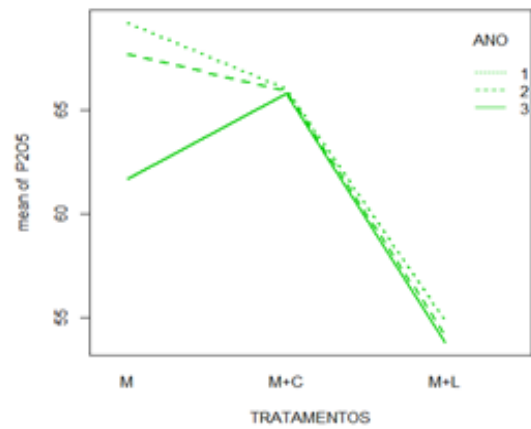


Fig. 6 Teores de P_2O_5 em Cacuso (mg/kg)

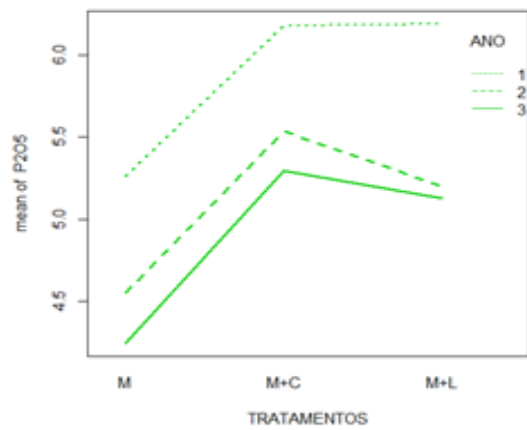


Fig. 7 Teores de P_2O_5 no Mazozo (mg/kg)

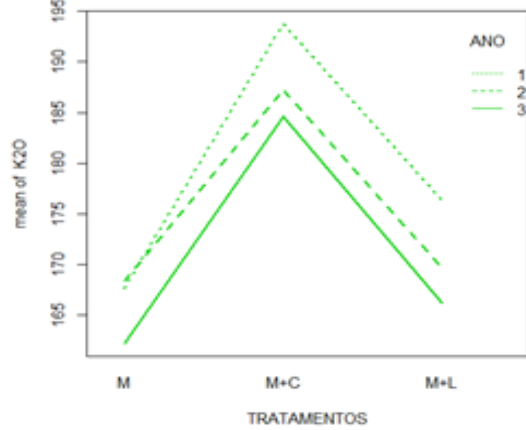


Fig. 8 Teores de K_2O em Cacuso (mg/kg)

Anexo IV.2 Variáveis da produção

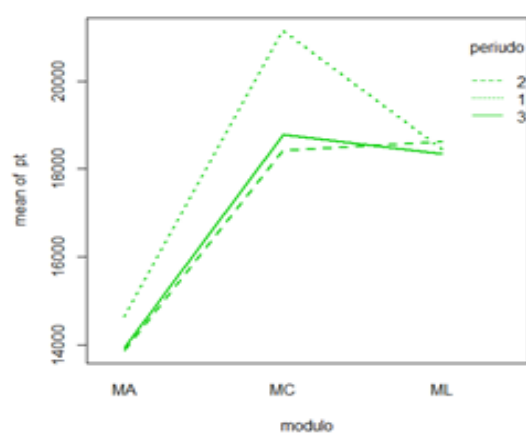


Fig. 1 Produção total (kg/ha) em Cacuso

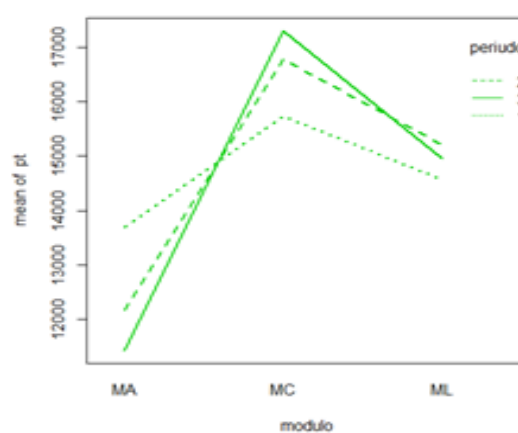


Fig. 2 Produção total (kg/ha) no Mazozo

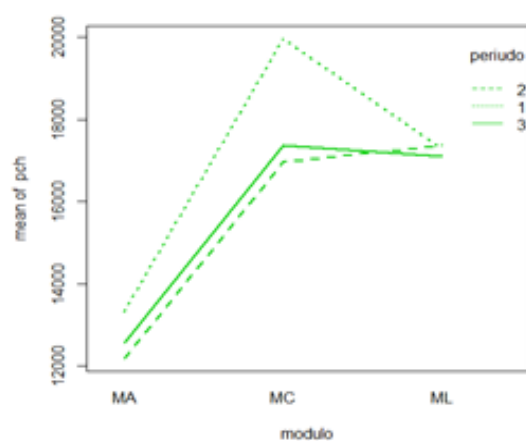


Fig.3 Produção comercial (kg/ha),Cacuso

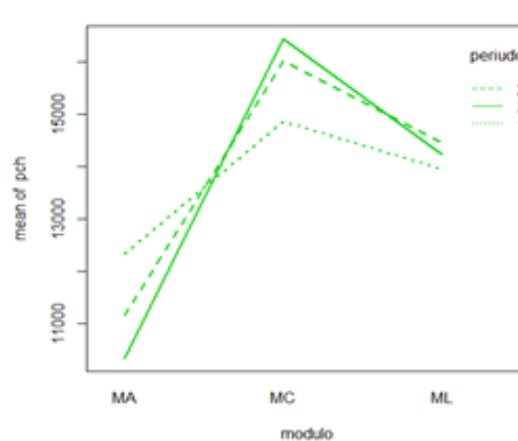


Fig. 4 Produção Comercial (kg/ha), Mazozo

Nota: modulo = Tratamento e periodo = Ano